



# Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle. Risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?

Julien Pottelette

## ► To cite this version:

Julien Pottelette. Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle. Risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01302490

**HAL Id: dumas-01302490**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01302490>**

Submitted on 19 May 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES  
Faculté de Médecine PARIS DESCARTES

Année 2015

N° 141

THÈSE  
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT  
DE  
DOCTEUR EN MÉDECINE

Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle.  
Risque de pratique excessive des jeux vidéo  
chez les adolescents avec TSA ?

Présentée et soutenue publiquement  
le 9 octobre 2015

Par

***Julien POTTELETTE***

Né le 7 juillet 1985 à Paris (75)

Dirigée par M. Le Docteur Alain Dervaux, PH  
et Mme Le Docteur Stéphanie Lacoste, PH

Jury :

M. Le Professeur Mario Speranza, PH .....Président  
M. Le Docteur Patrice Le Floch-Prigent, MCU-PH  
M. Le Professeur Louis-Jean Couderc, PU-PH  
M. Le Docteur Hélène Huynh  
M. Le Docteur Emilie Catherinot  
M. Le Docteur Bruno Rist



Except where otherwise noted, this work is licensed under  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

## Remerciements

Je souhaite en premier lieu remercier les Docteurs Alain DERVAUX et Stéphanie LACOSTE d'avoir accepté de diriger ma thèse. Ils m'ont guidé avec un enseignement de qualité tout au long de l'élaboration de ce travail et m'ont également, avec patience et bienveillance, aidé à structurer mes idées et à écrire dans un style scientifique.

Un grand merci au Professeur Mario SPERANZA d'avoir accepté de présider mon jury de thèse. Je remercie également les membres du jury qui me font l'honneur de bien vouloir juger ce travail : Monsieur Le Professeur Louis-Jean COUDERC et Mesdames et Messieurs les Docteurs, Hélène HUYN, Bruno RIST, Emilie CATHERINOT et Patrice LE FLOCH-PRIGENT.

Mes remerciements vont à Aurélie WELLENSTEIN, documentaliste à l'hôpital MARMOTTAN, pour son éclairage dans le choix de certains termes et outils de mon étude. Un grand merci à Mme BOURDEL, biostatisticienne, pour avoir réalisé les analyses statistiques, et à Léonore PHILIP pour son précieux enseignement sur les biostatistiques.

Je suis reconnaissant envers le Docteur LATINIS-HERITIER, chef de service du service de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent au Centre Hospitalier de Marne-la-Vallée, pour m'avoir accueilli dans son service, où je me suis familiarisé avec la clinique des Troubles du Spectre Autistique. Elle m'a permis de mener à bien mes recherches.

Je souhaite exprimer ma gratitude envers ma famille et mes amis pour leur soutien inconditionnel tout au long de mes études de médecine. Je souhaite tout particulièrement remercier tous ceux qui m'ont apporté leur aide pour le recrutement de sujets dans le groupe témoin : Adrien PASQUIER, Jean-Philippe WALLARD, Coline ALLELY, Aemilia KASSIS, Jeremy MATHIEU, Jean BARDON, Aurore BARTHELEMY, Edouard CASPERSEN, Etienne LEVY et Valérie RESCHPRINGER. Je souhaite notamment remercier dans ce cadre, Lina DONNY, secrétaire au CMP HAXO, et Mélanie METZER, psychologue dans la même structure ainsi que le Professeur Christine PHILIP pour avoir informé des associations de parents d'adolescents avec TSA de mon étude pour le recrutement de sujets.

Je suis particulièrement redevable aux parents qui ont donné de leur temps pour participer à l'étude, et ai été sensible à leurs marques d'intérêt envers l'étude et leurs messages d'encouragements.

Un grand merci aux Docteurs Laurine MECHALI, Agnès CONDAT, et Viviana OLIVER, pédopsychiatres, pour leur soutien, notamment lors des derniers jours de rédaction.

Enfin, je souhaite remercier chaleureusement ma compagne, Marianne GERY, pour l'aide et le soutien qu'elle m'a apporté tout au long de mes études et pour la mise en page.

## Liste des abréviations

<i>ADIR</i>	<i>Autism Diagnostic Interview-Revised</i>
<i>ADOS</i>	<i>Autism Diagnostic Observation Schedule</i>
AQ	Quotient du spectre de l'autisme
AQAD	Quotient du spectre de l'autisme d'attention aux détails
AQAS	Quotient du spectre de l'autisme de résistance au changement
AQC	Quotient du spectre de l'autisme de communication
AQI	Quotient du spectre de l'autisme d'imagination
AQSS	Sous- score d'habilités sociales du Quotient du spectre de l'autisme
<i>CAL</i>	<i>Computer-Assisted Learning</i>
CAT	<i>Computer-Assisted Technologies</i>
CFTMEA	Classification Française des Troubles Mentaux de l'Enfant et de l'Adolescent
CIM 10	Dixième Classification Internationale des Maladies
CRA	Centre Ressources Autisme
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
DTI	<i>Diffusion tensor imaging</i>
EQ	Quotient d'empathie
INS HEA	Institut National Supérieur pour le Handicap et les Enseignements Adaptés
p	Erreur de première espèce alpha
PEJV	Pratique Excessive des Jeux Vidéo
QI	Quotient intellectuel
<i>SCQ</i>	<i>Social Communication Questionnaire</i>
<i>TAU</i>	<i>Treatment-as-usual</i>
TCS	Troubles de la communication sociale
TED	Troubles Envahissant du Développement
TED SDI	Trouble Envahissant du Développement Sans Déficience Intellectuelle
TSA	Troubles du Spectre Autistique
TCC	Thérapie Cognitivo-Comportementale
UNITED	Centre de Diagnostic et d'Evaluation des Troubles Envahissants du Développement et de l'autisme

*VR-JIT*      *Virtual reality job interview*

## Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	<b>2</b>
<b>Liste des abréviations.....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>10</b>
<b>I. Généralités.....</b>	<b>12</b>
1. Contexte général.....	12
2. Généralités sur les TSA.....	14
2.1. Définition, aspects historiques et classifications des TSA.....	14
2.2. TSA : aspects épidémiologiques .....	16
2.3. Etiologies des TSA.....	17
2.3.1. Troubles mentaux sous-tendus par des troubles neurodéveloppementaux.....	17
2.3.2. Facteurs neurobiologiques .....	20
2.3.3. Implication du biotope intestinal .....	21
2.3.4. Défaut de régulation des Micro-ARN et post-transcrits .....	21
2.3.5. Rôle de l'épigénétique .....	21
2.4. Spécificités du fonctionnement autistique.....	22
2.4.1. Déficit dans le traitement des informations abstraites et la formation de concepts abstraits .....	22
2.4.2. Déficit des fonctions exécutives et praxiques .....	23
2.4.3. Troubles sensoriels .....	24
2.5. Prise en charge des TSA.....	25
3. Généralités sur la réalité virtuelle.....	28
3.1. Définition .....	28
3.2. Réalité virtuelle et médecine .....	28
<b>II. TSA et réalité virtuelle : revue de littérature .....</b>	<b>30</b>
1. Méthode de la revue de littérature.....	30
2. Autisme et réalité virtuelle : intérêts et bénéfices .....	32
2.1. Méta-analyse de GRZYNSZPAN et al.....	32
2.2. Revue de littérature de WASS et al.....	33
2.3. Revue de littérature de GEORGESCU et al.....	33
2.4. Revue de littérature de PLOOG et al. ....	34



2.5.	Revue de littérature de PARSONS et al.....	34
2.6.	Revue de littérature de BELLANI et al.....	36
2.7.	Revue de littérature de DURKIN et al. ....	36
2.8.	Etude de LAHIRI et al. ....	37
2.9.	TSA et réalité virtuelle : quelques exemples de bénéfices.....	38
2.9.1.	TSA et réalité virtuelle : assistance à la recherche d'un emploi.....	38
2.9.2.	TSA et réalité virtuelle : amélioration du traitement contextuel .....	38
2.9.3.	TSA et réalité virtuelle : apprentissage du jeu symbolique .....	39
2.9.4.	TSA et réalité virtuelle : cognition sociale, théorie de l'esprit et reconnaissance des émotions .....	39
2.9.5.	TSA et réalité virtuelle : traitement des phobies .....	39
2.9.6.	TSA et réalité virtuelle : outils diagnostics .....	40
2.9.7.	TSA et réalité virtuelle : diminution des comportements répétitifs.....	40
3.	TSA et réalité virtuelle : limites .....	41
3.1.	Risques d'addiction et d'isolement .....	41
3.2.	TSA et réalité virtuelle : effets secondaires somatiques .....	42
3.3.	TSA et réalité virtuelle : problème de généralisation des acquis en milieu naturel .....	42
3.4.	TSA et réalité virtuelle : biais méthodologiques des études .....	44
3.5.	TSA et réalité virtuelle : problèmes épistémologiques .....	44
3.6.	Autisme et réalité virtuelle : réductionnisme des jeux, pas assez personnalisés à chaque cas .....	45
3.7.	TSA et réalité virtuelle : problème d'accessibilité .....	46
4.	TSA et réalité virtuelle : Discussion .....	46
<b>III. Etude : risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?</b>		<b>48</b>
1.	Objectifs de l'étude .....	48
2.	Méthodes .....	50
2.1.	Design expérimental.....	50
2.2.	Sujets .....	52
2.2.1.	Sujets du groupe TSA.....	52
2.2.2.	Sujets du groupe témoin .....	53
2.2.3.	Appariement .....	53
3.	Instruments .....	54
3.1.	Rationnel du choix du terme « pratique excessive des jeux vidéo ».....	55

3.2.	Questionnaire de pratique excessive des jeux vidéo .....	56
3.3.	Questionnaires AQ et EQ.....	57
4.	Recueil des données .....	58
5.	Analyses statistiques .....	59
6.	Résultats .....	60
6.1.	Test de normalité des données .....	60
6.2.	Vérification de la sensibilité et de la spécificité des questionnaires AQ et EQ pour différencier les sujets des groupes TSA et témoin.....	61
6.3.	Vérification de la cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS .....	62
6.4.	Caractéristiques générales de l'échantillon .....	65
6.5.	Comparaison de la fréquence de la pratique excessive des jeux vidéo et des rangs moyens des scores de GRIFFITHS entre les sujets du groupe TSA et les sujets du groupe témoin.....	65
6.6.	Description de la répartition des types de jeux favoris dans chaque groupe.....	65
6.7.	Description des différents types de jeux selon la pratique excessive des jeux vidéo ou non dans chaque groupe .....	66
6.8.	Comparaisons des scores AQ et EQ et des sous-scores de AQ entre les sujets présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo dans le groupe TSA .....	68
7.	Discussion .....	69
7.1.	Résultats principaux .....	69
7.2.	Forces de l'étude .....	69
7.3.	Limites de l'étude.....	70
7.4.	Mise en perspective avec les données de la littérature.....	72
<b>Conclusions .....</b>		<b>76</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>77</b>
<b>Annexe 1 : critères diagnostiques de l'Autisme par la CIM 10 .....</b>		<b>84</b>
<b>Annexe 2 : critères diagnostiques des TSA par le DSM 5 .....</b>		<b>86</b>
<b>Annexe 3 : note d'information et de consentement aux parents.....</b>		<b>88</b>
<b>Annexe 4 : questionnaire de GRIFFITHS. ....</b>		<b>90</b>
<b>Annexe 5 : questionnaire du Quotient de l'Autisme .....</b>		<b>91</b>
<b>Annexe 6 : questionnaire du Quotient d'Empathie.....</b>		<b>95</b>

## Liste des tableaux et des figures

Figure 1 : Histogramme de Grynszpan et al :.....	12
Tableau 1 : classifications nationales et internationales des Troubles Envahissant du Développement.....	15
Tableau 2 : test de normalité des données.....	60
Tableau 4 : Tableau croisé AQ * groupe.....	61
Tableau 5 : Tableau croisé EQ * groupe .....	61
Tableau 6 : cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS pour le groupe TSA .....	63
Tableau 7 : cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS pour le groupe témoin.....	64
Tableau 8 : Description des populations par les scores moyens aux scores de GRIFFITHS, AQ et EQ et aux sous-scores AQ dans les groupes TSA et témoin (variables quantitatives) .....	66
Tableau 9 : Description des populations par les rangs moyens (variables quantitatives) .....	66
Tableau 10 : Description des populations (variables qualitatives).....	67
Tableau 11 : Différences des sous-scores de AQ et des scores AQ et EQ entre les adolescents présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo dans le groupe TSA...	68

## **Introduction**

Les troubles du spectre autistique (TSA) représentent actuellement un problème de santé publique majeur. Ces troubles peuvent fortement entraver le développement individuel et l'acquisition de l'autonomie.

Le Centre Hospitalier de Marne-la-Vallée, situé à proximité de Lagny-sur-Marne, au sein de la communauté d'agglomération de Marne-et-Gondoire, est l'un des quatre établissements du Groupe Hospitalier de l'Est Francilien, Groupement de Coopération Sanitaire de moyens créé en 2005. C'est un établissement Médecine/Chirurgie/Obstétrique et psychiatrique de 730 lits et places, installés dans un bâtiment neuf ouvert fin 2012 sur la commune de Jossigny en Seine-et-Marne. Le service de pédopsychiatrie de l'enfant et de l'adolescent est sous la responsabilité du Dr. Latinis-Héritier. Deux unités sont situées au sein du centre hospitalier : une unité de pédopsychiatrie de liaison et une unité spécialisée dans le diagnostic des Troubles du Spectre Autistique et troubles apparentés (UNITED). Cette unité fait partie des huit Centres de Diagnostic et d'Evaluation des Troubles Envahissants du Développement (TED) en Ile-de-France, conventionnés avec le Centre de Ressource Autisme d'île de France (CRAIF).

Les demandes de bilan diagnostique proviennent d'un réseau régional incluant des pédiatres, des pédopsychiatres en libéral, des médecins généralistes et des pédopsychiatres travaillant dans les structures de soins pédopsychiatriques de la région (CMPP, CATTP, Hôpitaux de jour). La précocité du diagnostic et de la prise en charge ainsi que le maintien des soins au long cours font partie des premiers objectifs de cette unité, bénéficiant de l'expérience de praticiens formés à la clinique de l'autisme.

L'intervention concertée de professionnels de spécialités différentes (orthophonistes, psychomotriciens, psychologues, pédopsychiatres, infirmiers) est nécessaire pour comprendre l'histoire du développement de l'enfant ou adolescent et recueillir une observation complète des problématiques ou symptômes rencontrés. Des entretiens, consultations diagnostiques, tests psychologiques, explorations biologiques et neurologiques sont réalisés par ces professionnels sur une période de deux mois. Les résultats et synthèses du bilan sont restitués sous la forme d'un diagnostic pluridisciplinaire au cours d'une consultation incluant les parents de l'enfant et l'enfant selon la situation clinique (l'enfant peut être reçu seul au cours d'une consultation supplémentaire personnalisée s'il le souhaite et avec l'autorisation de ses parents), ainsi que les différents professionnels impliqués dans l'évaluation diagnostique. Les enfants et adolescents avec TSA sont ensuite pris en charge par un réseau de structures de soins (CMPP, CAMPS, CATTP, HDJ, SESSAD, IME ou en libéral).

L'expérience clinique acquise au sein de l'équipe, auprès des enfants et adolescents avec TSA et de leurs familles, nous a amené à nous questionner sur le risque accru de pratique excessive des jeux vidéos chez les enfants et adolescents avec TSA. En effet, leur appétence à l'utilisation ludique des technologies numériques nous semblait plus importante qu'en population générale. D'autre part, au vu de l'essor des interventions thérapeutiques utilisant les technologies numériques dans le cadre de la remédiation cognitive dans divers champs psychopathologiques comme, par exemple, la schizophrénie ou la dépression, nous nous sommes également interrogés sur l'existence de tels outils pour les personnes avec TSA.

Nous avons effectué une recherche bibliographique, notamment à l'aide des moteurs de recherche PUBMED/MEDLINE et GOOGLE SCHOLAR sur les risques des technologies numériques, notamment de pratique excessive des jeux vidéos et sur les avantages, permettant notamment un apport en terme d'apprentissages et de remédiation cognitive (tablettes tactiles, smartphones, ordinateurs, consoles de jeux vidéos) chez les enfants et adolescents avec TSA.

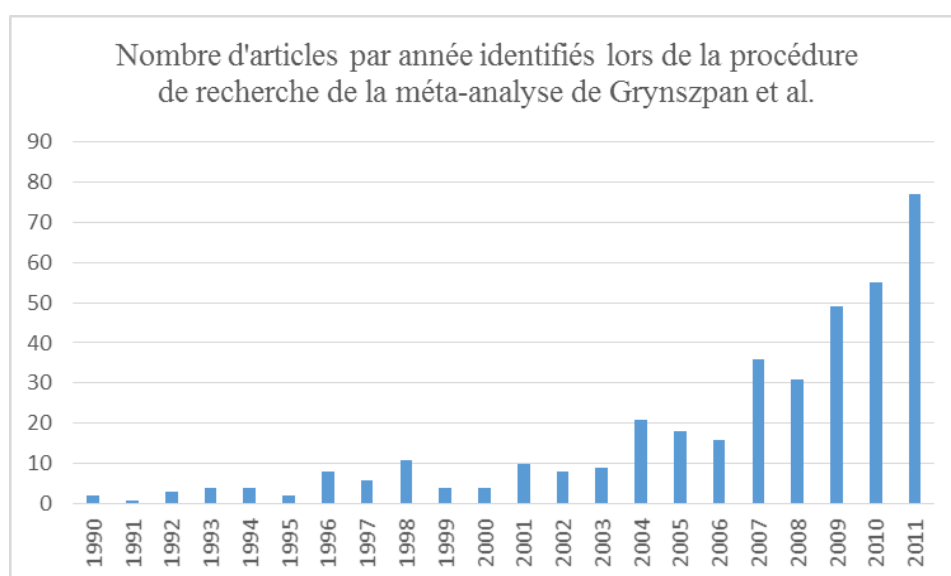
Dans cette thèse, nous avons effectué dans une première partie une revue de la littérature sur les intérêts, bénéfices et limites de l'utilisation de l'outil de réalité virtuelle dans cette population et dans une deuxième partie, nous avons effectué une étude cas-témoins au sein de l'UNITED explorant la pratique excessive des jeux vidéo dans un groupe d'adolescents avec TSA et dans un groupe d'adolescents témoins appariés sur le sexe et l'âge.

## I. Généralités

### 1. Contexte général

De plus en plus d'outils professionnels de formation et thérapeutiques utilisant les technologies numériques, dont la réalité virtuelle, ont été mis à disposition des médecins, notamment dans le domaine de la pathologie mentale. D'après la méta-analyse de GRYNSZPAN et al, dans le champ des TSA, le nombre de publications scientifiques concernant les nouvelles technologies n'a cessé d'augmenter depuis les années 2000 (figure1).

**Figure 1 : Histogramme de Grynszpan et al :**



A titre d'exemple, dans ce cadre, le projet MICHELANGELO est un projet de recherche en cours, financé en partie par la Commission Européenne. L'objectif était de développer des méthodes d'intervention centrées sur les patients, enfants et adolescents avec TSA, à domicile, avec une évaluation des soins hors de l'environnement clinique habituel (European Union's Seventh Framework Programme, 2012). Cette méthode permet de requérir un minimum de professionnels et de réduire le coût des dépenses en santé.

Ce projet s'appuie sur l'utilisation des techniques de l'information et de la communication et d'autres dispositifs d'ingénierie numérique pour évaluer et assister les enfants et adolescents avec TSA dans un contexte plus naturel, à leur domicile, grâce à des techniques portables et non invasives qui seront mises à leur disposition. Le couplage des techniques de l'information

et de la communication avec les méthodes de soins proposées aura pour objectif d'améliorer l'efficacité du traitement, en permettant qu'il soit intensif et personnalisé, au plus près des caractéristiques individuelles des enfants avec TSA. Les résultats de ce travail de recherche seront analysés au cours d'une étude exploratoire auprès d'enfants avec TSA en France et en Italie (European Union's Seventh Framework Programme, 2012).

D'après SAUVE, chercheuse canadienne, « un *Serious Game* est un jeu vidéo (avec un environnement réaliste ou artificiel) auquel les auteurs rattachent une composante pédagogique. L'intégration ou non de la composante réaliste rapproche les *Serious Games* des jeux de simulation qui sont définis comme un modèle simplifié et dynamique d'un système réel ou hypothétique, où les joueurs sont en position de compétition ou de coopération, où les règles structurent les actions des joueurs et où le but poursuivi est de gagner » (Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2008).

Le domaine du *Serious Game* s'intéresse de plus en plus aux TSA. *Kinetix Academy* illustre cette tendance. En 2012, le site internet du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement et de la Recherche publiait un communiqué sur cet outil. Il s'agit d'un programme spécialement conçu aux Etats-Unis pour les enfants avec TSA. Le *Lakeside Center for Autism*, en collaboration avec Microsoft, a mis en place des ateliers avec le dispositif *Kinect* et divers jeux vidéo pour apporter de l'aide aux enfants avec TSA (Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2012). *Kinect* permet de favoriser le développement moteur, l'utilisation de la parole et la compréhension du langage, l'utilisation de différents processus cognitifs et les interactions sociales, notamment au cours de parties multi-joueurs. Les jeux vidéo sur *Kinect* offrent une dimension motivationnelle importante pour l'enfant qui s'applique à faire les gestes demandés, à remplir les différents objectifs avec intérêt. Ces jeux proposés aux enfants avec TSA peuvent être retrouvés dans le commerce, certains ayant également été spécialement développés dans le cadre de ce programme (Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2012). En France, la société Solar Games, en partenariat avec le CHU de Nice et l'Université Sophia Antipolis, ont créé le prototype DAIDALOS pour permettre l'apprentissage de la lecture aux enfants autistes. A Versailles, un collectif de professionnels de l'éducation et du handicap, *LearnEnjoy*, fédéré par Olivier BOUGEUIL, psychologue de l'enfant et l'adolescent spécialisé en analyse comportementale appliquée, a pour objectif de proposer, via ces outils, une méthode globale d'apprentissage dédiée aux enfants avec TSA (LearnEnjoy, 2014).

Cependant, un risque d'utilisation problématique de ces outils chez les enfants et adolescents avec TSA a été souligné par certains auteurs.

## **2. Généralités sur les TSA**

### **2.1. Définition, aspects historiques et classifications des TSA**

Le terme décrivant cette catégorie diagnostique, emprunté à la description clinique de la schizophrénie de BLEULER, est apparu au milieu du XXème siècle dans les descriptions de KANNER, pédopsychiatre connu pour avoir défini le tableau clinique de l'autisme infantile précoce en 1943, et d'ASPERGER, pédiatre ayant donné son nom au syndrome d'ASPERGER en 1944. L'évolution nosologique s'est accélérée avec l'apparition des classifications diagnostiques :

- En 1893, un médecin français, BERTILLON, a intronisé la Classification des causes de décès lors d'un congrès à Chicago aux Etats-Unis. Cette classification a fait l'objet de cinq révisions décennales jusqu'en 1938. L'OMS s'est vu confier lors de sa création en 1945 la mise à jour de la classification de BERTILLON. La sixième révision devint en 1948 la Classification statistique Internationale des Maladies (CIM), traumatismes et causes de décès : elle cessait alors de ne répertorier que les causes de décès pour s'intéresser de façon plus générale à la morbidité. Elle a introduit notamment la première section pour les troubles mentaux. Lors de la neuvième révision de la CIM, en 1975, le terme « autisme » est apparu dans la section des troubles mentaux. C'est actuellement la dixième révision de la CIM qui fait autorité dans les critères diagnostiques de l'Autisme (OMS, 1992) (Tableau 1 ; Annexe 1)
- Le DSM est un ouvrage de référence, publié par l'APA, classifiant et catégorisant les critères diagnostiques et statistiques des troubles mentaux spécifiques. La première version du DSM est un document historique ayant été publié en 1952. Le terme « autisme » est apparu dans le DSM III en 1980. Lui ont succédé le DSM III-R en 1987, le DSM IV en 1994, le DSM IV-TR en 2000 et le DSM-5 en 2013 (Tableau 1 ; Annexe 2)
- La CFTEMA a été créée en 1988 par un groupe de psychiatre dirigé par Roger MISES (MISES, 2012). Le terme « autisme » est apparu dans la deuxième version de la CFTEMA en 1993. CFTMEA est l'équivalence française du DSM IV-TR. C'est actuellement la deuxième révision de la CFTEMA, publiée en 2012 qui fait autorité.



Les termes TED, schizophrénie, troubles psychotiques de l'enfance et de l'adolescence ont remplacé la catégorie autisme et psychose précoce, mettant à distance le vécu stigmatisant du terme psychose précoce (Tableau 1)

**Tableau 1 : classifications nationales et internationales des Troubles Envahissant du Développement.**

<b>CFTMEA (2012)</b>	<b>CIM 10 (1992, R2001)</b>	<b>DSM V (2013)</b>
Autisme et TED	TED	TSA
Autisme infantile précoce – type Kanner Autres formes de l'autisme Autisme ou TED avec retard mental	Autisme infantile  Autisme atypique Autisme atypique, retard mental	Troubles autistiques
Syndrome d'Asperger	Syndrome d'Asperger	Syndrome d'Asperger
Troubles désintégratifs de l'enfance	Autres Troubles désintégratifs de l'enfance	Troubles désintégratifs de l'enfance
	Syndrome de Rett	
Dysharmonies multiples et complexes du développement, dysharmonies psychotique Autres TED TED non spécifiés	Autres TED TED, sans précision	TED non spécifié

D'après le DSM IV-TR, l'autisme est l'une des figures cliniques des troubles envahissants du développement, trépied syndromique à partir duquel se déclinent, entre autre, le syndrome d'Asperger, l'autisme atypique et les troubles envahissants du développement non spécifiés. La distinction n'est pas claire, ni entre les figures cliniques du groupe des troubles envahissants du développement, ni en ce qui concerne les caractéristiques comportementales autistiques en population générale. Pour cette raison, le terme de spectre autistique utilisé dans le DSM-5, a souligné l'importance de l'évaluation dimensionnelle des TSA qui appartenaient à l'ancien groupe des troubles envahissants du développement dans le DSM IV-TR (APA,

2013). D'après les critères diagnostiques du DSM-5 de *l'American Psychiatric Association*, les TSA sont définis par l'association de déficits persistants dans la communication sociale et un profil de comportements, d'intérêts et d'activités à caractères restreint et répétitif, présents depuis la petite enfance et limitant ou altérant le fonctionnement quotidien (APA, 2013).

Les sujets avec TSA ont un risque élevé d'être affectés de divers troubles : troubles du développement (déficience intellectuelle, trouble de la coordination motrice, de l'attention et du langage), troubles du comportement (hétéro-agressivité, automutilation, opposition), troubles affectifs (anxieux, dépressifs), schizophrénie. Au total, les comorbidités psychiatriques sont fréquentes dans les TSA (YVON, 2014).

## **2.2. TSA : aspects épidémiologiques**

D'après l'étude de STANKOVIC et al., le sexe ratio était de quatre à huit hommes pour une femme en 2012 (STANKOVIC, LAKIC, & ILIC, 2012). La prévalence des TSA a fortement augmenté au cours des quatre dernières décennies, évoluant de quatre pour 10 000 personnes à une estimation récente de 57 à 94 pour 10 000 personnes (STANKOVIC, LAKIC, & ILIC, 2012). D'après ces auteurs, bien que les raisons de cette augmentation étaient encore inconnues, elle ne pouvait être seulement expliquée par le meilleur repérage des troubles par les familles et les médecins ni par des critères diagnostiques plus larges. Les TSA ne faisaient en conséquence plus partie de la classification des maladies rares, se définissant par une prévalence inférieure à cinq pour 10 000 personnes, et représentaient donc un problème de santé publique majeur (STANKOVIC, LAKIC, & ILIC, 2012).

MILLER et al. ont étudié l'influence du changement d'outil d'évaluation sur la prévalence des TSA : en utilisant les données d'une étude de prévalence de l'autisme dans l'état de l'Utah en 1980, les auteurs ont reconduit cette étude à la lumière des critères diagnostiques du DSM IV-TR. 58% des personnes diagnostiquées initialement « non autistes » en 1980 remplissaient les critères diagnostiques du DSM IV-TR (MILLER, BILDER, & FARLEY, 2013).

En disposant des données en population totale de la Corée du sud en 2014, SHIN KIM et al. ont effectué une étude transversale comparative des prévalences de sujets avec TSA et Troubles de la Communication Sociale (TCS) selon les critères du DSM-5 et des TED selon les critères du DSM-IV. La prévalence diagnostique des TSA selon le DSM-5 était estimée à

2,20%. La prévalence cumulée des TSA et des TCS selon les critères du DSM-5 était quasi-identique à la celle des TED selon les critères du DSM-IV (2,64%). La majorité des enfants avec un trouble autistique (99%), un syndrome d'ASPERGER (92%), et un TED-NOS (63%) remplissaient les critères diagnostiques des TSA du DSM-5, tandis que 1% des enfants avec un troubles autistique, 8% des enfants avec un syndrome d'ASPERGER, et 32% des enfants avec un TED-NOS remplissaient respectivement les critères diagnostiques des TCS. Les auteurs ont suggéré que la majorité des personnes avec un diagnostic initial de TED remplissaient en fait les critères diagnostiques des TSA et des TCS (SHIN KIM, FOMBONNE, & KOH, 2014).

### **2.3. Etiologies des TSA**

Les vingt dernières années ont vu une explosion des recherches sur les TSA, qui ont conduit à une compréhension de plus en plus vaste mais incomplète de l'étiopathogénie. De nombreuses recherches ont été conduites à différents niveaux d'études : génétiques, épigénétiques, imagerie cérébrale, cognitif, phénoménologiques et environnementales, chaque niveau de description n'excluant pas les autres, l'enjeu véritable étant surtout de relier les causes décrites aux différents niveaux (YVON, 2014).

#### **2.3.1. Troubles mentaux sous-tendus par des troubles neurodéveloppementaux**

L'anatomie du cerveau des sujets avec TSA a d'abord été considérée normale. Mais, depuis près de vingt ans, des travaux ont mis en évidence des anomalies de la trajectoire neuro-développementale cérébrale, fonctionnelles et dans la connectivité cérébrale (YVON, 2014). D'après la revue de littérature d'ECKER et al., les enfants avec TSA de deux à quatre ans présentaient, en moyenne, un élargissement du cerveau par rapport aux sujets contrôles. Cet élargissement serait dû à une augmentation de la surface cérébrale et non de l'épaisseur corticale. L'augmentation du volume cérébral semblait disparaître autour de la période de six à huit ans, quand les courbes de croissance se croisaient. Plus tard, une accélération de l'amincissement cortical au cours de l'adolescence et de la vie adulte des sujets avec TSA a été identifiée dans plusieurs régions cérébrales via de nombreuses études de coupes transversales d'IRM, ce qui a été confirmé dans une large étude longitudinale de sujets âgés de trois à 39 ans. De plus, les mesures de la surface cérébrale déclinaient également plus rapidement chez les personnes avec TSA que chez les contrôles, localement et globalement (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015). L'altération de la trajectoire neuro-

développementale cérébrale chez les sujets avec TSA semblait varier en fonction des régions cérébrales. Les régions cérébrales impliquées dans la symptomatologie autistique étaient (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015) :

- Les régions fronto-temporales et fronto-pariétales
- Le complexe amygdale hippocampe
- Le cervelet
- Les ganglions de la base
- Les régions cingulaires antérieures et postérieures

De plus, des anomalies de régions cérébrales spécifiques pourraient être liées à des symptômes cliniques spécifiques des TSA (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015):

- Les aires de Broca et de Wernicke ont été associées avec des déficits de la communication sociale et du langage
- Les régions fronto-temporales et l'amygdale ont été associées aux anomalies de la régulation socio-émotionnelle
- Le cortex orbitofrontal et le noyau caudé pourraient médier les comportements répétitifs et stéréotypés

Des anomalies de la gyrification chez les sujets avec TSA par rapport aux sujets contrôles ont également été identifiées dans plusieurs études d'imagerie en IRM : polymicrogyrie, schizenchéphalie et macrogyrie. Des données ont également suggéré que certains sulci (sillons) semblaient se situer davantage le long de l'axe principal du cerveau chez les personnes avec TSA, présentant également une augmentation significative de la gyrification du lobe frontal. Des diminutions de la gyrification dans d'autres régions cérébrales, en particulier dans le gyrus supramarginal gauche et dans les cortex frontal inférieur droit et pariéto-occipital, ont été observées chez les sujets avec TSA (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015).

D'après ECKER et al., des anomalies de l'activation cérébrale ont également été identifiées dans des régions présentant des anomalies structurales, ce qui a été mis en lumière dans de récentes revues de la littérature d'imagerie fonctionnelle. Des diminutions de l'activation dans des régions comprenant le réseau du cerveau social ont été observées durant les tâches liées au processus émotionnel ou à la cognition sociale, incluant l'amygdale, la jonction temporo-pariétale, l'insula et le cortex frontal inférieur ; dans le circuit fronto-striatal en réponse aux

tâches cognitives de contrôle et aux comportements répétitifs, dans le circuit du langage durant les tâches de communication et dans le circuit de la récompense. En revanche, des augmentations anormales de l'activation cérébrale ont été identifiées en réponse aux stimuli négatifs et au regard direct (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015).

Plus récemment, un suivi du développement du cerveau en imagerie par résonance magnétique a montré que, chez de nombreux enfants avec TSA, la croissance cérébrale, notamment de la substance blanche, était très rapide au cours des deux premières années de vie. Ces résultats suggéraient qu'un grand nombre de connexions, censées disparaître dans le développement normal, persistaient. L'étude en IRM avec la technique de tenseur de diffusion (DTI), permettant de visualiser le trajet des prolongements des neurones d'une région à une autre du cerveau, a montré des particularités dans l'organisation des faisceaux de fibres de la substance blanche chez ces enfants (ECKER, BOOKHEIMER, & MURPHY, 2015).

Dans la revue de littérature de CONTI et al., trois des quatre études sélectionnées ont rapporté des valeurs plus élevées de l'anisotropie fractionnelle chez les sujets avec TSA par rapport aux contrôles, notamment au sein des fibres commissurales, des projections et des fibres d'association, suggérant un cerveau en hyper-connectivité dans les premières phases du trouble. Ces résultats étaient inversés à ce que l'on a généralement trouvé dans les études explorant les groupes de patients plus âgés qui ont décrit un développement caractérisé par une hypo-connectivité à partir d'un délai de l'âge de deux à quatre ans (CONTI, CALDERONI, & MARCHI, 2015).

D'après la revue de littérature de BODDAERT et al., une hypoperfusion bilatérale des lobes temporaux a été mise en évidence chez des enfants avec TSA. En outre, des études d'activation, à l'aide de paradigmes perceptifs et cognitifs, ont montré un motif anormal de l'activation corticale chez les patients avec TSA. Ces résultats suggéraient que différentes connexions entre certaines régions corticales pouvaient exister dans l'autisme (BODDAERT & ZILBOVICIUS, 2002).

D'après la revue de littérature de FRITH et al., des données expérimentales montrant que l'incapacité à attribuer des états mentaux, comme les désirs et les croyances, à soi et à autrui, déterminaient les troubles de la communication et des interactions sociales des personnes avec TSA. Des études d'imagerie cérébrale chez des volontaires sains ont souligné l'existence d'un réseau circonscrit actif durant la mentalisation et liant les régions médiale et préfrontale avec le sillon postéro-supérieur temporal et les régions temporales. L'anomalie cérébrale

aboutissant à l'échec de la mentalisation dans les TSA pouvait se traduire par de faibles connexions entre les composants de ce système (FRITH, 2001).

SEBASTIAN et al. ont commenté les articles étudiant la réponse cérébrale au rejet social chez les adolescents avec TSA. Il semblait que, alors que les effets auto-déclarés du rejet social étaient semblables entre les sujets avec TSA et les sujets sains témoins, les circuits neuronaux impliqués dans la réponse au rejet social chez les sujets sains (par rapport à l'inclusion) étaient hypo-actifs chez les adolescents avec TSA (SEBASTIAN & BLAKEMORE, 2011).

D'après l'étude d'imagerie de BRIEBER et al., les personnes avec TSA présentaient une diminution de la matière grise dans le lobe temporal médial gauche ainsi que de plus grands volumes de matière grise dans le cortex pariétal inférieur gauche et le gyrus supramarginal droit. Les anomalies de la matière grise près du carrefour temporo-pariétal droit pouvaient être associées aux faibles capacités, décrites dans la théorie de l'esprit (BRIEBER, NEUFANG, & BRUNING, 2007).

### **2.3.2. Facteurs neurobiologiques**

L'impact des hormones sur le développement intra-utérin et le fonctionnement cérébral du nouveau-né est étudié depuis une dizaine d'années. Les domaines mentaux clefs pour lesquels des différences sexuelles ont fréquemment été étudiées sont les habilités spatiales et verbales. BARON-COHEN a suggéré deux dimensions permettant de comprendre les différences sexuelles humaines : l'empathie et la systématisation. Le cerveau masculin était psychométriquement défini comme celui des individus pour lesquels la systématisation était significativement plus efficace que l'empathie et le cerveau féminin était défini comme celui ayant le profil cognitif opposé. En se basant sur ces définitions, non validées expérimentalement, l'auteur a proposé que les personnes avec TSA puissent être considérées comme présentant un profil masculin plus intense (BARON-COHEN, 2002).

BARON-COHEN, connu pour ses recherches sur le déficit en théorie de l'esprit, a étudié le taux de testostérone dans le liquide amniotique des nouveau-nés dont il a suivi le développement par la suite. Il a décrit une influence sur les capacités verbales à un an (réduites chez les garçons) et les performances visuo-spatiales à sept ans (augmentés chez les filles) chez les enfants dont les taux étaient les plus élevés. La fréquence beaucoup plus grande de l'autisme chez les garçons que chez les filles suggérerait que les stéroïdes sexuels

circulant dans le cerveau en développement et leur effet connu sur la croissance des neurones et les synapses, pouvaient jouer un rôle (YVON, 2014).

L'ocytocine est un peptide cérébral synthétisé dans l'hypothalamus ayant le rôle d'hormone de la lactation. D'après la revue de la littérature de YOUNG et al., administrée en spray à des personnes autistes, l'ocytocine améliorait pour quelques instants leurs compétences sociales (YOUNG & BARRET, 2015).

Les neurotrophines appartiennent à une famille de polypeptides représentant un des facteurs essentiels pour la survie et la différenciation des neurones du système nerveux périphérique au cours du développement. Une étude californienne rétrospective de NELSON et al. a dosé les neurotrophines sur des échantillons de sang recueillis chez les nouveau-nés au quatrième jour de vie. Dans les groupes des enfants présentant par la suite un TSA ou des difficultés intellectuelles, près de 90% d'entre eux avaient des taux anormalement élevés pour au moins deux des quatre molécules testées (NELSON, GREYER, & CROEN, 2001).

### **2.3.3. Implication du biotope intestinal**

D'après le symposium de MAYER et al., des indices précliniques et cliniques ont permis d'impliquer les altérations du biotope intestinal dans la physiopathologie des TSA. Cependant, il restait à déterminer si les changements de la flore microbienne observés étaient secondaires à l'altération de la régulation nerveuse des fonctions intestinales (motilité, sécrétion), ou s'ils représentaient une altération périphérique primaire affectant la trajectoire neuro-développementale et la fonction cérébrale (MAYER, KNIGHT, & MAZMANIAN, 2014).

### **2.3.4. Défaut de régulation des Micro-ARN et post-transcrits**

D'après la revue de la littérature de GEAGHAN et al., la dérégulation des micro-ARN pourrait être impliquée dans plusieurs pathologies mentales dont les TSA (GEAGHAN & CAIMS, 2014).

### **2.3.5. Rôle de l'épigénétique**

D'après la revue de littérature de LOKE et al., ni la génétique, ni les composantes environnementales n'ont été suffisamment définies pour aider au diagnostic ou au traitement

des TSA non syndromiques. Cependant, des études d'association pan-génomiques ont suggéré l'implication de centaines de gènes et une variété de voies génétiques associées. Récemment, les chercheurs se sont tournés vers l'épigénétique, médiateur privilégié des effets environnementaux sur les génomes et les phénotypes, pour caractériser les changements dans les TSA se constituant au niveau moléculaire, au-delà de la séquence d'ADN. Bien qu'à leurs débuts, ces études ont le potentiel d'accroître la compréhension de l'étiologie des TSA et pourraient être un outil supplémentaire pour le développement de biomarqueurs prédictifs, le diagnostic, le pronostic, la prévention et la prise en charge des TSA.

Malgré leurs faiblesses, des études récentes sur la méthylation de l'ADN chez les personnes avec TSA ont apporté des pistes étiologiques utiles. Un petit nombre de potentiels biomarqueurs répliquables pour les TSA a émergé. Par exemple, pour PRRT1, protéine transmembranaire riche en proline impliquée dans la signalisation entre les neurones, un taux de méthylation plus faible (-9%) dans la région DMR 3' UTR au niveau du cortex temporal et du cervelet a été répliqué par un taux de méthylation plus bas (-7,8%) dans la même région du cortex préfrontal en utilisant la même plate-forme (LOKE, HANNAN, & CRAIG, 2015).

## **2.4. Spécificités du fonctionnement autistique**

L'ensemble des facteurs encore non exhaustifs cité ci-dessus s'articule au niveau phénotypique, caractérisant le fonctionnement autistique par un déficit dans le traitement des informations abstraites et dans la formation de concepts abstraits, un déficit des fonctions exécutives, un déficit de l'attention ainsi que des troubles sensoriels se caractérisant par un spectre d'hyper et d'hypo-sensibilités.

### **2.4.1. Déficit dans le traitement des informations abstraites et la formation de concepts abstraits**

La théorie de l'esprit permet d'avoir conscience de nos propres états mentaux et d'en attribuer à autrui, différents des nôtres. Elle nous sert également à expliquer et prédire notre comportement et celui des autres. Un déficit de la théorie de l'esprit entraîne une cécité relationnelle altérant les relations sociales, notamment par des difficultés de compréhension de l'implicite, des métaphores et des expressions imagées. La compréhension du langage reste littérale chez les personnes avec autisme. Baron Cohen et al ont mis en évidence dans



plusieurs études que les enfants avec TSA présentaient une performance aléatoire dans la reconnaissance de mots faisant référence à des états mentaux (BARON-COHEN, RING, & MORIARTY, 1994), une compréhension réduite des fonctions mentales (BARON-COHEN, 1989), une utilisation réduite de la pragmatique (BARON-COHEN, 1988) et une incapacité à appréhender les pensées et les désirs implicites médiés par l'interaction visuelle (BARON-COHEN, WHEELWRIGHT, & HILL, 2001). Il a également été rapporté une absence de jeu de faire semblant, également appelé jeu symbolique (BARON-COHEN, 1987).

La cohérence centrale permet de former un ensemble cohérent et sensé, à partir de nombreux détails. Il s'agit d'une tendance naturelle à regrouper différentes informations pour les traiter comme un tout. D'après la revue de littérature de HAPPE et al., une faiblesse de la cohérence centrale entraînait une analyse des informations indépendante du contexte, des troubles pragmatiques avec une moindre prise en compte du contexte dans le langage ainsi qu'une difficulté de reconnaissance des émotions. La suggestion initiale d'un déficit de la cohérence centrale a été abordée de trois façons. Premièrement, il pouvait être secondaire à une majoration du traitement localisé de l'information. Deuxièmement, il pouvait représenter un traitement cognitif particulier de traitement de l'information, plutôt que d'un déficit. Troisièmement, une faible cohérence pouvait se produire conséquemment aux déficits dans la cognition sociale plutôt que d'en être la cause (HAPPE & FRITH, 2006). D'après l'étude cas-témoin de Happe, où il a été demandé à 25 enfants avec TSA et 26 enfants témoins de faire des jugements simples sur six illusions visuelles bien connues, les sujets avec TSA étaient moins susceptibles de succomber aux illusions en deux dimensions que ne l'étaient les sujets témoins (HAPPE F. G., 1996). HAPPE a également examiné la relation entre le déficit de la théorie de l'esprit et une faible cohérence centrale (HAPPE F. G., 1997). Seize participants relativement capables avec TSA, qui différaient dans leur capacité en théorie de l'esprit, ont été testés avec une tâche de lecture homographique, dans laquelle la prononciation de mots cibles était déterminée par l'intégration du contexte de la phrase entière. Les résultats ont suggéré que les sujets avec TSA, quelque-soit leur capacité en théorie de l'esprit, présentaient un échec relatif dans le traitement du sens de l'information dépendant du contexte (HAPPE F. G., 1997).

#### **2.4.2. Déficit des fonctions exécutives et praxiques**

Les fonctions exécutives permettent à un sujet d'exécuter et de contrôler une action ou un

comportement et de s'adapter de manière flexible à la nouveauté. Elles sont impliquées dans toute action orientée vers un but. Plusieurs composantes fonctionnelles entrent en jeu : la planification, le raisonnement, l'abstraction, la flexibilité attentionnelle et cognitive, et l'inhibition. Des déficits des fonctions exécutives chez les sujets avec TSA sont dus à une dysfonction ou des lésions du lobe frontal, entraînant des troubles du comportement comme la rigidité ou la persévération (HILL & FRITH, 2003). Chez des sujets avec TSA et témoins, appariés sur l'âge et le QI, HAPPE et al. ont comparé, à l'aide d'une batterie de tests des fonctions exécutives, trois composantes majeures : la sélection ou l'inhibition de réponse, la flexibilité et la planification ou mémoire de travail. Les sujets du groupe TSA ont montré des déficiences des fonctions exécutives importantes par rapport aux sujets du groupe témoin, concernant notamment la sélection de réponse. Cependant, des améliorations des fonctions exécutives liées à l'âge ont été clairement observées dans le groupe de sujets avec TSA : aux âges les plus avancés, les sujets du groupe TSA présentaient des performances aux tests des fonctions exécutives similaires aux sujets du groupe témoin (HAPPE, BOOTH, & CHARLTON, 2006).

Les praxies représentent les capacités à exécuter des mouvements simples ou complexes et des séquences de mouvements de façon volontaire. Les sujets avec TSA présentent des troubles praxiques significatifs par rapport à la population générale étant fortement corrélés aux troubles des interactions sociales et de la communication (DZIUK & LARSON, 2007). Des études cliniques et expérimentales centrées sur le fonctionnement vestibulaire des enfants avec TSA ont également suggéré que des mécanismes vestibulaires centraux jouaient un rôle fondamental dans les TSA (ORNITZ, 1970).

### **2.4.3. Troubles sensoriels**

Plusieurs auteurs ont rapporté que les sujets avec TSA présentaient des expériences sensorielles inhabituelles, comprenant une insensibilité à la douleur et des réponses atypiques aux stimuli auditif, visuel, tactile et olfactif. LEEKAM et al. ont comparé les profils sensoriels de sujets avec TSA avec des sujets témoins. Les résultats ont montré des différences significatives sur l'ensemble des sens, notamment le goût, l'olfaction et la vision chez les sujets avec TSA par rapport aux sujets témoins (LEEKAM, NIETO, & LIBBY, 2007). Les sujets avec TSA présentent également une hypersensibilité auditive qui a été mise en évidence par des données électrophysiologiques dans l'étude de GOMOT et al. (GOMOT, GIARD, &

ADRIEN, 2002).

Les sujets avec TSA présentent un fonctionnement plus intense des traitements perceptifs de bas niveau comme le traitement phonologique, la reconnaissance verbale et auditive et la nomination de mélodies, de lettres et de mots. En conséquence, ceci explique leurs compétences d'attention, de mémorisation, les théories de faiblesse de la cohérence centrale et les déficits des fonctions exécutives. En d'autres termes, les personnes avec TSA présentent un manque d'intégration sensoriel qui entrave le développement de structures cognitives plus élaborées, comme celles liées à la fonction symbolique, et sous-tend l'apparition de comportements atypiques comme les stéréotypies, les autostimulations, les troubles du comportement, du langage, des apprentissages et de l'attention (IAROCCI & MCDONALD, 2006).

## **2.5. Prise en charge des TSA**

Dès les premières descriptions de l'autisme, les propositions thérapeutiques et l'appréciation de leur bénéfice ont été très diverses. Le courant psychodynamique, entendu comme la recherche de la signification des symptômes, était perçu par de nombreux psychiatres comme une contribution à une meilleure compréhension de la vie mentale des personnes autistes et, par-là même, à une meilleure adéquation des attitudes thérapeutiques. Les méthodes éducatives n'étaient pas exclues de l'approche institutionnelle psychodynamique mais les pratiques étaient très variables d'une structure à l'autre (CHAMAK & COHEN, 2007). Ainsi, ces prises en charge d'inspiration psychanalytique, qui ont longtemps prévalu, ont suscité un conflit entre certaines associations de parents et les professionnels. Dans les années 1990, une crise s'est installée : crise de confiance chez les parents, crise de gestion de l'accueil et de la prise en charge faute de places, crise des modèles, crise de la pédopsychiatrie française et de son isolement par rapport aux modèles anglo-saxons. Plusieurs associations de parents réclamaient que les psychiatres français adoptent la classification internationale et que soient généralisées les méthodes éducatives et comportementales (CHAMAK & COHEN, 2007).

L'association Autisme France a déposé une plainte contre l'État français en 2002 au conseil de l'Europe, pour défaut de soin, mauvais dépistage et maltraitance des enfants avec TSA.

En 2004, l'État français a été condamné par le conseil de l'Europe pour non-respect de ses obligations d'accès à l'éducation à l'égard des enfants avec TSA. Ceci a obligé l'État français à mettre en place sur l'ensemble du territoire français des centres de dépistages de l'autisme.

Suite à cette action a été mis en place dans chaque région un Centre Ressource Autisme (CRA).

De plus, le rapport émis en 2007 par le Comité Consultatif National d'Ethique a dénoncé la situation dramatique de la France en matière de prise en charge des personnes avec TSA. La Haute Autorité de santé a mis à disposition en mai 2010 un guide de bonnes pratiques pour les professionnels des TSA. Sa rédaction a été confiée à un comité dont les travaux étaient conduits par le Professeur AUSSILLOUX, qui dirige la Fédération Française de Psychiatrie, et le Professeur BARTHELEMY, travaillant depuis de nombreuses années sur l'autisme à l'unité INSERM jumelée au CHRU de Tours. La secrétaire d'Etat à la solidarité Valérie LETARD a remis le 12 janvier 2012, au gouvernement, un rapport évaluant l'impact du plan autisme 2008-2010.

Les recommandations suivantes ont été considérées comme étant celles à mettre en œuvre prioritairement pour améliorer la qualité des interventions délivrées aux enfants et adolescents avec TED au moment de la publication de la recommandation de bonne pratique en mars 2012 :

Extrait des recommandations HAS de mars 2012 (HAS, 2012):

- **Associer l'enfant/adolescent et ses parents**
  - Respecter la singularité de l'enfant et de sa famille (AE)
  - Co-élaborer le projet d'interventions avec les parents (AE)
  - Utiliser un mode commun de communication et d'interactions avec l'enfant/adolescent (grade B) ; recourir pour l'enfant/adolescent s'exprimant peu oralement aux outils de communication alternative ou augmentée le plus tôt possible de manière cohérente dans ses différents lieux de vie (grade C)
- **Évaluer régulièrement le développement de l'enfant/adolescent et son état de santé**
  - Effectuer, avec l'accord des parents, une évaluation initiale du fonctionnement de leur enfant au plus tard dans les 3 mois après la première consultation ayant évoqué un trouble du développement (phase diagnostique) (AE)

- Réaliser au minimum une fois par an par l'équipe d'interventions une évaluation dans les domaines du fonctionnement, de la participation et des facteurs environnementaux, afin de suivre l'évolution du développement de l'enfant/adolescent et de son état de santé (phase de suivi) : communication et langage, interactions sociales, domaines cognitif, sensoriel et moteur, émotions et comportement, domaine somatique, autonomie dans les activités quotidiennes et apprentissages, notamment scolaires et préprofessionnels (AE)
- Lier évaluations et élaboration du projet personnalisé d'interventions (AE)
- **Proposer un projet personnalisé d'interventions précoces, globales et coordonnées**
- Débuter avant 4 ans et dans les 3 mois suivant le diagnostic des interventions personnalisées, globales et coordonnées, fondées sur une approche éducative, comportementale et développementale, qu'il y ait ou non retard mental associé (grade B)
- Aucune approche éducative ou thérapeutique ne peut prétendre restaurer un fonctionnement normal ou améliorer le fonctionnement et la participation de la totalité des enfants/adolescents avec TED (grade B)
- **Encadrer les prescriptions médicamenteuses**
- Solliciter un avis médical à la recherche d'une cause somatique en cas de changement de comportement brutal ou inexplicable et prescrire les traitements médicamenteux recommandés en cas de douleur, épilepsie ou comorbidités somatiques, actuellement sous-diagnostiquées (AE)
- Aucun traitement médicamenteux ne guérit l'autisme ou les TED ; les psychotropes peuvent être considérés en seconde intention (dépression, anxiété, troubles du comportement) ; ils doivent être prescrits de manière exceptionnelle et temporaire (AE)

### **3. Généralités sur la réalité virtuelle**

#### **3.1. Définition**

La confusion qui entoure le terme vient de sa traduction française. Dans l'expression anglaise, « *virtual* » signifie « presque ». Il s'agit de l'ensemble des techniques et systèmes qui procurent à l'homme le sentiment de pénétrer dans des univers synthétiques créés sur ordinateur ; permettant d'effectuer en temps réel un certain nombre d'actions définies par un ou plusieurs programmes informatiques, à l'aide de techniques qui offrent la possibilité d'éprouver un certain nombre de sensations visuelles, auditives et haptiques, et d'opérer dans ces mondes par des moyens d'action naturels comme la voix ou les mouvements du corps (SEGURA, 2012). La réalité virtuelle s'appuie donc sur le double concept de l'interaction en temps réel avec des objets virtuels et du sentiment d'immersion.

Le terme de réalité virtuelle est apparu en 1989. SUTHERLAND était considéré comme le père fondateur de la réalité virtuelle suite à la conception du *Sketchpad*, premier dispositif de création graphique interactive sur écran (SEGURA, 2012).

Cette technologie est devenue un support incontournable pour la formation dans de nombreux domaines, notamment médical, car elle permet une mise en situation favorisant l'acquisition des compétences nécessaires à l'exercice du métier dans un environnement sans risques.

#### **3.2. Réalité virtuelle et médecine**

Dans le domaine de la santé, et en particulier en chirurgie, les outils de formation utilisant la réalité virtuelle représentent une avance technologique prometteuse (WILLAERT, AGGARWAL, & VAN HERZEELE, 2012). Cet outil semble d'autant plus pertinent que la pratique implique la réalisation d'opérations minutieuses sur des êtres humains. L'apprentissage s'opère par la répétition des gestes, qui pourront être directement reproduit en situation réelle. Les erreurs deviennent acceptables, puisque l'apprenant peut revenir dessus et chercher à les comprendre. De plus, cela met l'apprenant au centre du dispositif, dans une position active, qui s'avère plus efficace que l'apprentissage par observation des pairs. A titre d'exemple, d'après la revue de littérature de JALINK et al., l'expérience de jeu vidéo était liée à de meilleures compétences laparoscopiques chez les chirurgiens (JALINK, GORIS, & HEINEMAN, 2014).

Les applications thérapeutiques de la réalité virtuelle sont en plein développement. Il s'agit par exemple d'une avancée dans le traitement de la douleur (KEEFE, HULING, &

COGGINS, 2012), dans le traitement de troubles psychiatriques comme les phobies (GREGG & TARRIER, 2007), la schizophrénie (FREEMAN, 2008) et le Syndrome de Stress Post-Traumatique (MOTRAGHI, SEIM, & MEYER, 2014).

D'après la revue de littérature de SPREIJ et al., dans le cadre de la réhabilitation cognitive suite à des lésions cérébrales, des outils utilisant la réalité virtuelle ont été développés (SPREIJ, VISSER-MEILY, & VAN HEUGTEN, 2014). Il s'agit par exemple de Cognifix, auquel ont entre autres, dans le cadre de son élaboration, participé Arts et Métiers Paris Tech et Dassault Systèmes. Ces outils, simulant des activités de la vie quotidienne, sont à destination des thérapeutes (neuropsychologues, orthophonistes...) pour réhabiliter des patients souffrants de troubles cognitifs à la suite d'un accident cardio-vasculaire ou d'une maladie d'Alzheimer.

Des études qualitatives ont été menées avec des résultats positifs, et si on manque encore de certitudes en l'absence d'études sur de plus grands échantillons, l'avenir des thérapies en réalité virtuelle s'annonce tout de même engageant.

## **II. TSA et réalité virtuelle : revue de littérature**

### **1. Méthode de la revue de littérature**

Nous avons effectué une revue de la littérature concernant les interventions utilisant la réalité virtuelle et la prise en charge des sujets avec TSA, sur la période allant de 1970 – 2015, sur les bases de données suivantes :

- Medline <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Google Scholar <http://scholar.google.fr/>
- Psycharticles et Psychinfo <https://web-b-ebshost-com.fr/>
- Revue du Cairn <https://www-cairn-info.fr/>

Nous avons recherché les articles concernant les interventions utilisant la réalité virtuelle dans le cadre de la prise en charge des personnes avec TSA, avec les mots clefs suivants, tirés de MeSH :

- Autism OR ASD  
AND
- Virtual reality
- Autism OR ASD AND technologies
- Computer assisted technologies autism
- Computer AND autism

Nous avons recherché les articles concernant l'utilisation pathologique des jeux-vidéos chez les personnes avec TSA avec les mots clefs suivants :

- Autism OR ASD  
AND
- Video game  
AND
- Addiction



Pour les articles inaccessibles sur les bases de données, nous avons adressé des demandes par mail aux auteurs. Puis nous avons complété par une recherche manuelle.

Nous avons également consulté :

- Les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS) <http://www.has-sante.fr/>
- Le guide d'information du CRAIF sur les Centres de Diagnostic et d'Evaluation de l'Autisme et des Troubles Envahissant du Développement
- Les recommandations de *l'American Psychiatric Association* (APA) <http://www.apa.org/>

Les recherches les plus spécifiques sur la base de données Medline ont donné :

- Autism AND virtual reality : 47 articles
- Autism AND video game : 38 articles
- Computer assisted technology AND autism : 34 articles

## **2. Autisme et réalité virtuelle : intérêts et bénéfices**

*“Asperger (1944) noted some time ago that the special interests and skills of persons with ASD may reveal much about the nature of their condition and about their potential achievements”* (DURKIN, 2010).

### **2.1. Méta-analyse de GRYNSZPAN et al.**

D’après GRYNSZPAN et al., plusieurs études ont indiqué les avantages qu’offraient les ordinateurs aux personnes avec TSA par rapport à leurs déficits (GRYNSZPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014). Il s’agit :

- De la cohérence d'une tâche clairement définie et de l'attention sélective due à la réduction des distractions par des stimuli sensoriels inutiles
- De l’absence d’interactions sociales qui sont par définition problématiques chez les sujets avec TSA
- De la possibilité de fournir des réponses immédiates, prévisibles et répétitives, contrairement au milieu social habituel, également problématique chez les sujets avec TSA
- D’instructions visuellement indicées, utilisées abondamment par les interfaces graphiques numériques ayant été recommandées pour des interventions sur les sujets avec TSA

Ces caractéristiques suggéraient que les interventions sur ordinateur pouvaient être bénéfiques pour les sujets avec TSA présentant généralement une sensibilité accrue aux stimuli environnementaux, lorsque les événements sont prévisibles. L’efficacité des interventions utilisant les technologies innovantes pour les sujets avec TSA a été analysée sur 10 études pré-post contrôlées, avec une randomisation de 86% des participants (GRYNSZPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014). Les études ayant été incluses dans la méta-analyse portaient sur des interventions sur ordinateur de bureau, DVD interactif, interfaces de collaboration co-situées et/ou réalité virtuelle. Les compétences évaluées étaient les compétences sociales, relationnelles et neurocognitives. La taille de l'effet moyenne globale des post-tests des études contrôlées, sur des enfants avec TSA qui avaient reçu des interventions utilisant les technologies innovantes, était significativement différente de zéro et a approché l'ampleur

moyenne avec  $d = 0,47$  (intervalle de confiance : 0,08 à 0,86). L'influence de l'âge et du QI n'était pas significative. Ces résultats ont donc montré que les interventions basées sur les technologies innovantes avaient une efficacité globale moyenne.

L'efficacité retrouvée par cette méta-analyse concerne un ensemble d'interventions basées sur les technologies innovantes. Elle ne nous informe pas sur l'efficacité spécifique des interventions utilisant la réalité virtuelle (GRYNSZPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014).

## **2.2. Revue de littérature de WASS et al.**

D'après la revue de littérature de WASS et al., la réalité virtuelle offrait la possibilité d'intégrer progressivement des informations multimodales (proprioceptives, visuelles, auditives et tactiles) à un rythme défini par l'utilisateur. Certains auteurs ont conclu que les interventions précoces et intensives étaient plus susceptibles d'avoir une efficacité chez des adolescents TSA en raison de plus grandes plasticités neuronale et comportementale lors du développement précoce (WASS & PORAYSKA-POMSTA, 2014).

## **2.3. Revue de littérature de GEORGESCU et al.**

Les sujets avec TSA présentent des troubles de la communication non-verbale qui est un aspect essentiel de la cognition sociale, des processus affectifs et d'inférence : les sujets avec TSA ont par conséquent une perception inadéquate des autres. Lorsqu'ils sont confrontés à des signaux non verbaux, comme le regard des yeux, les expressions faciales ou les gestes, les sujets avec TSA détectent et interprètent ces indices sociaux de manière atypique et présentent des difficultés à les intégrer harmonieusement (GEORGESCU, KUZMANOVIC, & ROTH, 2014).

D'après GEORGESCU et al, l'utilisation de personnages virtuels, notamment des avatars, pouvaient être d'un grand intérêt pour les paradigmes expérimentaux de la cognition sociale, tels que la production et la perception de comportements non-verbaux dans les TSA. Les personnages et les environnements virtuels étaient des outils efficaces chez les sujets avec TSA pour les thérapies de soutien, l'amélioration des compétences sociales et le décodage non verbal, car ils fournissaient un environnement d'apprentissage sécurisant, reproductible et diversifiable (GEORGESCU, KUZMANOVIC, & ROTH, 2014).

## **2.4. Revue de littérature de PLOOG et al.**

D'après PLOOG et al., la popularité croissante des applications informatiques dans l'éducation et la recherche sur les TSA était reflétée par le grand nombre de blogs où les familles signalaient les bénéfices des ordinateurs dans l'enseignement aux sujets avec TSA. PLOOG et al. ont évalué l'utilisation des *Computer-Assisted Technologies (CAT)*, à l'exception des outils strictement basés sur Internet, pour améliorer le développement des habiletés sociales, de la communication et du langage, chez les personnes avec TSA, en divisant la littérature en quatre domaines clés : le langage, la reconnaissance des émotions, la théorie de l'esprit et les compétences sociale (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013).

PLOOG et al. ont répertorié les domaines d'intervention des *CAT* apportant des bénéfices chez les sujets avec TSA (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013) :

- Remédiation des déficits dans le langage expressif et réceptif
- Amélioration de la compréhension des expressions faciales et des émotions
- Apprentissage de la théorie de l'esprit
- Apprentissage des capacités de communication, de jeux et de la vie quotidienne

## **2.5. Revue de littérature de PARSONS et al.**

D'après PARSONS et al., certains auteurs ont suggéré que les techniques utilisant la réalité virtuelle puissent être utiles pour des personnes souffrant de troubles cognitifs et sensoriels. Ces technologies pouvaient en effet apporter une assistance dans la planification, la résolution de problèmes, la gestion des comportements ainsi que la communication.

Les avantages que la réalité virtuelle pouvait spécifiquement apporter aux sujets avec TSA ont été soulignés (PARSONS & COBB, 2011) :

- Facilitation du contrôle des stimuli et de la compréhension
- Amélioration des motivations de l'utilisateur à accomplir les tâches à l'aide des paramètres de jeu
- Personnalisation de l'interface des jeux vidéo

- Interaction avec le jeu favorisant l'amélioration des compétences sociales par rétrocontrôle en temps réel

Les avantages apportés par les environnements virtuels ont également été soulignés (PARSONS & COBB, 2011) :

- Maîtrise du jeu plus facile que les situations rencontrées dans la vie réelle
- Plusieurs modalités d'interaction étant possibles, le jeu ne nécessite pas une communication en face à face (les utilisateurs pouvaient par exemple communiquer via leurs avatars), que beaucoup de sujets avec TSA trouvent menaçante
- Le paramétrage verbal ou non verbal de la communication pouvait être directement contrôlé et manipulé (reconnaissance vocale)
- Les comportements et les réponses pouvant être construits dans un contexte simulant la réalité, le jeu offre un plus grand potentiel de généralisation de l'acquis, une représentation plus réaliste d'une situation via l'écran d'ordinateur

D'autres études récentes ont suggéré que la réalité virtuelle pouvait constituer la base de modules d'apprentissage sophistiqués, stimulants et simples à utiliser, et pouvant promouvoir l'apprentissage dans tous les contextes dans les TSA (PARSONS & COBB, 2011).

## **2.6. Revue de littérature de BELLANI et al.**

D'après la revue de littérature de BELLANI et al., dans le cadre de l'apprentissage des sujets avec TSA, la réalité virtuelle pouvait être utile dans le fait qu'elle permettait aux enseignants et thérapeutes de disposer d'un cadre sécurisant, reproductible et diversifiable. En outre, les environnements virtuels facilitaient les apprentissages en supprimant les effets de compétition et de confusion des stimuli dans des contextes sociaux et environnementaux, rentabilisant le temps à l'aide de courtes pauses pour préciser aux participants les variables impliquées dans les processus d'interaction et leur permettent d'apprendre tout en jouant. Le réalisme de l'environnement virtuel permettait aux sujets avec TSA d'apprendre des compétences importantes, augmentant la probabilité de les transférer dans leur vie quotidienne (BELLANI, FORNASARI, & CHITTARO, 2011).

BELLANI et al. ont également souligné les bénéfices attendus de la réalité virtuelle, en particulier dans l'apprentissage des habilités sociales pour les enfants avec TSA. La majorité des études intégrées dans leur revue de la littérature ayant analysé leur habilité à utiliser les environnements virtuels ont rapporté qu'ils en acquéraient de nouvelles connaissances avec succès. De plus, les enfants avec TSA apprenaient rapidement à utiliser les équipements et présentaient des performances en progrès significatif après quelques séances dans les environnements virtuels (BELLANI, FORNASARI, & CHITTARO, 2011).

## **2.7. Revue de littérature de DURKIN et al.**

D'après DURKIN et al., les études d'enquête et de laboratoire ont rapporté que les enfants avec TSA étaient fortement attirés par le divertissement sur écran, comprenant les écrans interactifs de réalité virtuelle et les jeux vidéo. Trois raisons principales pour lesquelles les enfants avec TSA sont attirés par les ordinateurs ont été suggérées (DURKIN, 2010) :

- L'ordinateur n'implique aucun facteur social
- L'ordinateur est « cohérent et prévisible »
- L'ordinateur permet à l'enfant avec TSA de prendre le contrôle actif et de déterminer le rythme de l'activité

Des déficits des fonctions exécutives ont été observés chez les enfants avec TSA. Des études ont indiqué que ces sujets pouvaient répondre à certaines exigences des fonctions exécutives

en jouant dans des environnements informatisés. Il a également été montré dans de nombreuses études que, chez les enfants avec TSA, les jeux vidéo et les environnements virtuels pouvaient fournir un cadre plus confortable pour les habilités sociales que les environnements sociaux réels (DURKIN, 2010).

D'après Durkin, les enfants avec TSA retrouvaient dans les jeux vidéo les stimuli visuels par lesquels ils étaient attirés : les lumières vives, les phénomènes de réfléchissement ou de diffraction de la lumière et la rotation d'objets. De plus, les enfants avec TSA semblaient agréablement partager l'expérience des jeux vidéo en compagnie de leurs pairs (DURKIN, 2010).

## **2.8. Etude de LAHIRI et al.**

D'après l'étude de LAHIRI et al., la réalité virtuelle présentait plusieurs propriétés favorisant son application pour l'intervention chez les sujets avec TSA : la malléabilité, la contrôlabilité, la reproductibilité, la possibilité de modifier les stimulations sensorielles et la capacité de mettre en œuvre des interventions individualisées et des stratégies de renforcement. La réalité virtuelle stimulant certains canaux sensoriels auditifs et visuels, cela entraînait une réduction de l'information d'un paramètre réel palliée par l'ajout de composants imaginaires. Les sujets avec TSA pouvaient améliorer leurs capacités d'apprentissage liées à une situation si le réglage proposé se manifestait d'une manière physique ou visuelle (LAHIRI, BEKELELE, & DOHRMANN, 2014). Les environnements virtuels permettaient facilement de changer leurs paramètres, d'ajouter ou supprimer des objets d'une manière impossible dans un contexte réel, ce qui était utile pour enseigner des concepts abstraits.

En résumé, l'intérêt de la réalité virtuelle était de représenter des concepts abstraits par des moyens visuels (par exemple, les bulles de pensée avec des descriptions textuelles des pensées d'un personnage virtuel) et de rendre possible des changements d'environnement (par exemple, changer la couleur d'une balle ou faire disparaître une table), difficile ou impossible à réaliser dans le monde réel (LAHIRI, BEKELELE, & DOHRMANN, 2014).

## **2.9. TSA et réalité virtuelle : quelques exemples de bénéfices**

### **2.9.1. TSA et réalité virtuelle : assistance à la recherche d'un emploi**

D'après l'étude contrôlée randomisée prospective SMITH et al., en raison de l'obstacle majeur à l'entretien d'embauche que leurs troubles représentent, les jeunes adultes avec TSA de haut niveau ont des taux d'emploi faibles (SMITH, GINGER, & WRIGHT, 2014). Au cours de cette étude, la faisabilité et l'efficacité d'une formation à l'entretien d'embauche à l'aide de la réalité virtuelle ont été étudiées. La formation a consisté en la simulation d'entretiens d'embauche avec des personnages virtuels et permettait au participant de s'y préparer via des didacticiels d'entraînements. Des adultes avec TSA ont été randomisés dans les groupes *virtual reality job interview training (VR-JIT)* ( $n = 16$ ) ou *traitement-as-usual (TAU)* ( $n = 10$ ). Les participants ayant assisté à 90% des séances de formation trouvaient la *VR-JIT* facile et agréable à utiliser et se sentaient prêts pour de futurs entretiens d'embauche. Les participants du groupe *VR-JIT* présentaient une amélioration de leurs performances aux techniques d'entretien plus significative que ceux du groupe *TAU* durant les entretiens d'embauche standardisés ( $p = 0.046$ ). Une tendance similaire a été observée pour les mesures de confiance en soi auto-rapportées ( $p = 0.06$ ) (SMITH, GINGER, & WRIGHT, 2014). Une enquête a été menée auprès de 23 des 26 participants de cette étude pour évaluer leurs résultats professionnels à 6 mois de suivi en se focalisant sur la position concurrentielle. Les résultats de l'étude ont indiqué que les sujets avec TSA ayant participé au *VR- JIT* avaient plus de chances d'atteindre une position concurrentielle sur le marché du travail que les témoins ( $OR=7,82$ ,  $p<0,05$ ) (SMITH, FLEMING, & WRIGHT, 2015).

### **2.9.2. TSA et réalité virtuelle : amélioration du traitement contextuel**

D'après l'étude contrôlée de WANG et al., le traitement contextuel des objets, défini comme la capacité de déterminer la signification ou la pertinence d'un objet dans un contexte particulier, était souvent altéré chez les sujets avec TSA (WANG & REID, 2013). Cette capacité dépendait de deux fonctions exécutives : l'abstraction et la flexibilité cognitive. Or, de nombreuses études ont identifié chez les sujets avec TSA des déficiences de la capacité d'abstraction de l'information contextuelle pertinente et de la capacité de changer de manière flexible des représentations mentales en fonction de l'évolution des contextes. Le but de cette étude pilote était d'évaluer l'efficacité d'une intervention associant réalité virtuelle et réadaptation cognitive, chez quatre enfants avec TSA, afin d'améliorer le traitement



contextuel des objets et ses composantes cognitives. Tous les enfants ont présenté une amélioration dans le traitement contextuel et la flexibilité cognitive (WANG & REID, 2013).

### **2.9.3. TSA et réalité virtuelle : apprentissage du jeu symbolique**

Des difficultés à comprendre le symbolisme ont été documentées comme caractéristiques des TSA. La réalité virtuelle offre la possibilité d'enseigner en jouant à faire semblant et d'appréhender l'imagination en la traduisant explicitement. Dans l'étude de cas d'HERRERA et al., sur deux garçons avec TSA âgés respectivement de 8 ans et 6 mois et de 15 ans et 7 mois, a été étudiée l'efficacité d'un outil de réalité virtuelle spécifiquement conçu pour travailler la compréhension du jeu symbolique. Ces résultats ont montré une amélioration des capacités de jeu symbolique suite à la période d'intervention sur les deux garçons, et un haut degré de généralisation des nouveaux acquis pour l'un d'entre eux (HERRERA, ALCANTUD, & JORDAN, 2008).

### **2.9.4. TSA et réalité virtuelle : cognition sociale, théorie de l'esprit et reconnaissance des émotions**

Peu d'interventions sociales fondées sur des preuves existent pour les jeunes adultes atteints d'autisme de haut niveau. KANDALAFT et al. ont examiné la faisabilité du *virtual reality-social cognition training*, axée sur le renforcement des compétences sociales, de la cognition sociale et du fonctionnement social. Huit jeunes adultes avec un diagnostic d'autisme de haut niveau ont complété dix séances sur cinq semaines. Des améliorations significatives des mesures sociales et cognitives de la théorie de l'esprit et de la reconnaissance des émotions, en milieu virtuel et naturel, ainsi qu'une amélioration du fonctionnement social et professionnel ont été retrouvées après la formation (KANDALAFT, DIDEHBANI, & KRAWCZYK, 2013).

### **2.9.5. TSA et réalité virtuelle : traitement des phobies**

L'anxiété est fréquente chez les enfants avec TSA, ainsi que les phobies. Les phobies peuvent avoir un impact négatif sur les enfants avec TSA et leurs familles. MASKEY et al. ont développé et évalué un traitement associant Thérapie Cognitivo-Comportementale (TCC) et exposition progressive aux stimuli phobiques dans un environnement de réalité virtuelle. Neuf garçons sans retard de langage avec un diagnostic de TSA et aucun trouble d'apprentissage associé, âgés de 7 à 13 ans, ont été recrutés. Chacun d'eux présentait des niveaux d'anxiété spécifiques lors d'une situation (un autobus bondé, par exemple) ou lors d'une stimulation

(par exemple les pigeons). Après avoir participé à l'étude, huit des neuf enfants ont été en mesure de faire face à leur situation de phobie. Quatre des participants ont complètement surmonté leur phobie. Les effets du traitement ont été maintenus à 12 mois. Ces résultats ont démontré que la combinaison des TCC avec les environnements de réalité virtuelle pouvait être un traitement très efficace pour les phobies et les peurs spécifiques chez les enfants avec TSA (MASKEY, LOWRY, & RODGERS, 2014).

#### **2.9.6. TSA et réalité virtuelle : outils diagnostics**

Bien que les comportements moteurs atypiques aient été associés aux TSA, les enquêtes étiologiques sont rares. L'étude de GREFFOU et al. a évalué les composants visuels et vestibulaires impliqués dans la réactivité posturale atypique dans l'autisme à l'aide de la réalité virtuelle. La stabilité et la réactivité posturale ont été mesurées chez de jeunes sujets avec TSA et témoins (12 – 15 ans) et des sujets avec TSA et témoins plus âgés (16 - 33 ans) en réponse à un tunnel virtuel oscillant à des fréquences différentes. A la plus haute fréquence d'oscillation, les jeunes sujets avec TSA ont montré sensiblement moins d'instabilité par rapport aux jeunes sujets témoins. Ces différences de groupe n'ont pas été mises en évidence pour les participants plus âgés. En outre, aucune différence significative dans le comportement postural n'a été mise en évidence entre les 4 groupes quand l'information visuelle présentée était statique (GREFFOU, BERTONE, & HALER, 2012). Ces résultats confirment que l'hypo-réactivité posturale à l'information visuelle est présente dans les TSA, mais dépend de l'environnement visuel et du développement.

#### **2.9.7. TSA et réalité virtuelle : diminution des comportements répétitifs**

L'*exergaming* allie exercice physique et mental en synchronisant les mouvements de l'activité physique au jeu vidéo et peut favoriser une meilleure compliance aux exercices. Deux études pilotes d'ANDERSON-HANLEY et al. ont exploré les avantages comportementaux et cognitifs potentiels de l'*exergaming*. Dans la première étude, douze enfants atteints de TSA ont complété une séance contrôle et une brève séance de *Dance Dance Revolution*. Dans la deuxième étude, dix adolescents supplémentaires ont complété une brève séance de cybercyclisme. Les comportements répétitifs et la fonction exécutive ont été mesurés avant et après chaque activité. Les comportements répétitifs ont considérablement diminué, avec une amélioration significative des performances exécutives dans la condition d'*exergaming* par rapport à la condition contrôle (ANDERSON-HENLEY, TURECK, & SCHNEIDERMAN,

2011). L'exercice physique favoriserait donc la diminution des comportements répétitifs chez les enfants avec TSA et améliorerait leur fonction cognitive.

### **3. TSA et réalité virtuelle : limites**

#### **3.1. Risques d'addiction et d'isolement**

D'après la méta-analyse de GRYNSPAN et al., les risques de dépendance et d'isolement social des sujets avec TSA liés aux activités axées sur l'ordinateur ont été soulignés par plusieurs auteurs (GRYNSPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014). D'après la revue de littérature de GARCIA-ZAPIRAIN et al., il était essentiel de s'assurer que le contenu des outils de réalité virtuelle s'adaptait à l'âge des enfants et de fixer des limites pour l'utilisation de ces technologies. En effet, elles pouvaient créer de la dépendance et conduire à davantage d'isolement (ARESTI-BARTOLONE & GARCIA-ZAPIRAIN, 2014). En outre, d'après PLOOG et al., certains programmes utilisant les *CAT* pouvaient isoler socialement un enfant dans les cas où il n'interagissait qu'avec une machine et non avec une autre personne (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013).

Le risque spécifique d'addiction aux jeux vidéo chez les sujets avec TSA a été abordé dans quelques études cas-témoin. L'étude cas-témoins de MAZUREK et al. a comparé l'utilisation problématique des jeux vidéo chez 56 adolescents avec TSA et 41 adolescents témoins. Les résultats ont montré que les enfants et adolescents avec TSA présentaient plus d'utilisation problématique des jeux vidéo que les enfants et adolescents témoins ( $p=,001$ ) (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013). MACMULLIN et al. ont étudié les profils et l'impact de l'utilisation des outils électroniques chez les enfants et adolescents âgés de 6 à 21 ans avec TSA par rapport aux sujets témoins. Cent-soixante-douze parents d'enfants et adolescents sains et 139 parents d'enfants et adolescents avec TSA ont accepté de participer à l'étude en remplissant des questionnaires. Les enfants et adolescents avec TSA présentaient une utilisation quotidienne de certains outils électroniques plus fréquente au cours du mois précédent et une utilisation compulsive des jeux-vidéos plus importante que les sujets témoins. Dans les deux échantillons, les garçons utilisaient les jeux vidéo plus souvent que les filles. Par rapport aux parents des enfants du groupe témoin, ceux des enfants du groupe TSA ont significativement déclaré plus fréquemment que l'utilisation d'outils électroniques avait un impact négatif sur leurs enfants (MACMULLIN, LUNSKY, & WEISS, 2015).

### **3.2. TSA et réalité virtuelle : effets secondaires somatiques**

D'après la revue de littérature de BELLANI et al., certains dispositifs utilisant la réalité virtuelle pouvaient causer des effets secondaires. En supplément du risque d'épilepsie inhérent à l'exposition visuelle prolongée sur un écran, les visiocasques pouvaient provoquer nausées, vomissements, céphalées, somnolence, troubles de l'équilibre et altération de la coordination occulo-manuelle (BELLANI, FORNASARI, & CHITTARO, 2011).

ENGELHARDT et al. ont suggéré que les variables liées aux médias pouvaient être un facteur important dans la compréhension des troubles du sommeil chez les enfants avec TSA. Les résultats de leur étude cas-témoin prospective ont mis en évidence que l'accès à la télévision ou à un ordinateur dans la chambre de l'enfant et le temps passé à jouer aux jeux vidéo étaient plus fortement associés aux troubles du sommeil chez les garçons atteints de TSA par rapport aux garçons témoins (ENGELHARDT & MAZUREK, 2103).

### **3.3. TSA et réalité virtuelle : problème de généralisation des acquis en milieu naturel**

D'après la revue de littérature de PARSONS et al., l'échec dans la généralisation aux environnements réels des nouveaux comportements appris dans des environnements virtuels, et le manque de souplesse de certaines méthodes comportementales, indiquait la nécessité de développement d'un kit d'entraînement qui serait simple d'utilisation et efficace dans la généralisation des acquis aux environnements réels (PARSONS & MITCHELL, 2002). D'après la revue de littérature de WASS et al., les auteurs ont rapporté que les améliorations observées chez les patients dans le paradigme de formation informatisée ne parvenaient pas à se généraliser à des troubles du comportement en environnement réel, ce qui pouvait résulter des difficultés que les sujets avec TSA rencontraient dans la généralisation et l'extrapolation de leurs connaissances. En outre, le caractère simplifié des environnements technologiques pouvait être le facteur commun expliquant l'affinité des sujets avec TSA pour les nouvelles technologies et la difficulté à en transférer leurs apprentissages aux paramètres réels. Cependant, les auteurs espéraient que, dans le cas de la réalité virtuelle, le développement d'environnements de plus en plus complexes et photo-réalistes, rendrait un jour possible l'établissement d'une passerelle au-dessus du fossé entre les environnements simplifiés ou « virtuels » d'une part, et complexes ou « réels » d'autre part (WASS & PORAYSKA-POMSTA, 2014).

A contrario, d'après FLETCHER-WATSON, chez les sujets avec TSA, il y avait certains éléments de preuve en faveur de succès de généralisation des compétences enseignées par les *Computer-Assisted Learning (CAL)* au monde réel, ainsi que pour des gains de compétences soutenus après un suivi. Le degré de généralisation semblait important. L'impact des *CAL* au niveau neuronal a été étudié : deux études ont utilisé respectivement les potentiels évoqués et les données d'IRM fonctionnelles pour étudier l'induction de changements neurobiologiques cérébraux par les *CAL*. La première étude a révélé un effet d'entraînement sur l'activité cérébrale (P1, N250) mais cela n'a pas été observé suite à l'étude d'IRM fonctionnelle (FLETCHER-WATSON, 2014).

D'après l'étude de GOLAN et al., une focalisation sur les détails, sans avoir une représentation globale de l'image, les difficultés d'abstraction et la résistance au changement pouvaient rendre la généralisation difficile pour les sujets avec TSA. Différents modèles ont tenté d'expliquer les difficultés de généralisation : adhésion à la catégorisation basée sur les règles tout en ne pouvant pas employer la catégorisation basée sur des prototypes ; une incapacité à reconnaître les similitudes entre les stimuli ou l'incapacité à faire face aux systèmes ouverts du monde social, se concentrant plutôt sur des systèmes fermés, des phénomènes physiques atomiques basés sur des règles. Le point de vue des auteurs était que la difficulté de généralisation n'était pas tant le reflet d'un déficit que le reflet d'une forte tendance à systématiser chez les sujets avec TSA (GOLAN & BARON-COHEN, 2006).

De plus, d'après GARCIA-ZAPIRAIN et al., bien que les outils de réalité virtuelle présentaient plusieurs avantages, ils affichaient la limite de ne pas représenter des situations réelles avec les variables impliquées dans l'interaction quotidienne en situation écologique. Pour cette raison, plus de recherche était nécessaire pour démontrer comment la formation avec ces technologies améliorerait les compétences qui étaient transférées dans le monde réel, améliorant ainsi la qualité de la vie des sujets avec TSA (ARESTI-BARTOLONE & GARCIA-ZAPIRAIN, 2014). En outre, d'après PLOOG et al., les programmes utilisant les *CAT* pouvaient encourager un panel limité de comportements et de manières de répondre aux différents stimuli en raison d'un nombre limité de situations d'entraînement proposées (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013).

### **3.4. TSA et réalité virtuelle : biais méthodologiques des études**

Comme l'ont souligné WASS et al., de nombreuses études incluses dans leur revue de littérature ne présentaient pas de groupes contrôles et de procédures en aveugle adaptées. Des études utilisant une méthodologie rigoureuse, avec des groupes randomisés, appariés, contrôlés, incluant les traitements de référence ou les technologies placebos avec des échantillons de taille adéquate et une période d'entraînement suffisamment longue, sont coûteuses et chronophages mais nécessaires dans l'évaluation de l'utilité des traitements (WASS & PORAYSKA-POMSTA, 2014).

D'après FLETCHER-WATSON et al., les études publiées sur l'utilisation des *CAL* pour des sujets avec TSA décrivaient rarement le design de l'étude évaluant la technologie et donc un des principaux objectifs était que les auteurs devaient à l'avenir faire rapport sur ce processus (FLETCHER-WATSON, 2014). D'après PLOOG et al., une des orientations majeures de la recherche sur les *CAT* serait de passer d'un projet pilote à une étude contrôlée, à grande échelle et avec de plus grandes tailles d'échantillons, et divers sous-groupes compte tenu de la diversité phénotypique des sujets avec TSA. De plus, il serait crucial d'intégrer une comparaison avec les traitements de référence (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013).

### **3.5. TSA et réalité virtuelle : problèmes épistémologiques**

WASS et al. ont souligné trois points qui, selon eux, devraient être une priorité pour les travaux futurs (WASS & PORAYSKA-POMSTA, 2014) :

- Un changement d'orientation, favorisant l'application des compétences de sujets avec TSA dans les environnements complexes du monde réel plutôt que de leur enseigner de nouvelles connaissances
- L'accent sur des interventions intensives lors des premiers stades de développement lorsque la plasticité neurale et comportementale était la plus élevée
- La généralisation d'études rigoureuses, suffisamment puissantes et contrôlées qui permettrait d'évaluer l'efficacité d'une intervention

D'après FLETCHER-WATSON et al., les études devraient exploiter pleinement la valeur des *CAL* en permettant une collecte plus exhaustive des données et pas seulement aux sessions antérieures et postérieures à l'intervention, afin de permettre l'exploration du développement

de l'apprentissage sur la durée et le lier avec d'autres mesures externes (FLETCHER-WATSON, 2014).

D'après l'étude de WEBB et al., l'un des manquements des recherches chez les sujets avec TSA était de ne pas appréhender l'anxiété comme un symptôme causé par un dysfonctionnement de l'intégration sensorielle ; un problème sous-jacent étendant de tels sentiments d'anxiété bien au-delà des interactions sociales (WEBB, VILLANUEVA, & PEREZ, 2013).

D'après la méta-analyse de GRYNSZPAN et al., la présence d'une aide humaine pouvait influencer le succès des interventions chez les sujets avec TSA (GRYNSZPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014). De même, d'après PLOOG et al., la formation aux technologies assistées par ordinateurs semblait plus efficace avec le soutien d'un professeur chez des sujets avec TSA (PLOOG, SCHARF, & NELSON, 2013).

### **3.6. Autisme et réalité virtuelle : réductionnisme des jeux, pas assez personnalisés à chaque cas**

LAHIRI et al. ont rapporté que les environnements de réalité virtuelle utilisés dans les interventions d'assistance pour les enfants avec TSA n'étaient formatés que pour évaluer l'apprentissage via des mesures de performances, pouvant par conséquent en limiter la personnalisation de l'application. L'habileté à associer et à adapter automatiquement les interactions des systèmes à des marqueurs physiologiques de l'engagement relationnel pourrait être utile au développement de systèmes technologiques personnalisables et donc plus efficaces (LAHIRI, BEKELELE, & DOHRMANN, 2014).

D'après la revue de littérature de GARCIA-ZAPIRAIN et al., une des limites des études était que les outils de réalité virtuelle étaient développés pour l'ensemble du spectre de l'autisme. En d'autres termes, les outils de travail sur les compétences concernaient tous les utilisateurs d'une manière similaire, quelle que soit la gravité de leur état pour une même catégorie diagnostique. Pour cette raison, les résultats obtenus dans ces études pourraient être modifiés par l'évaluation des fonctions cognitives et de l'évolution du langage. Les outils de réalité virtuelle ne répondant donc pas aux besoins de chacun risquaient de provoquer un manque d'intérêt envers ces outils (ARESTI-BARTOLONE & GARCIA-ZAPIRAIN, 2014).

D'après GEORGESCU et al., les sujets avec TSA présentant différentes fréquences d'utilisation ou expériences des personnages virtuels, leurs attentes pouvaient en être influencées lors de l'observation ou de l'interaction avec les personnages virtuels. En outre, les différents groupes d'âge pouvaient aussi réagir différemment aux stimuli et paramètres et nécessiter différentes tâches et situations sociales à mettre en œuvre (GEORGESCU, KUZMANOVIC, & ROTH, 2014).

### **3.7. TSA et réalité virtuelle : problème d'accessibilité**

FLETCHER-WATSON et al. ont rapporté que, malgré la prolifération des publications sur les *CAL* et les TSA, il persistait l'absence d'une méthodologie cohérente pour créer de nouvelles technologies, les implémenter à domicile ou à l'école et en évaluer l'efficacité (FLETCHER-WATSON, 2014).

## **4. TSA et réalité virtuelle : Discussion**

Les technologies numériques utilisant la réalité virtuelle semblent donc être des outils prometteurs dans les domaines de l'apprentissage et de la prise en charge des sujets avec TSA. Les résultats de la méta-analyse de GRYNSPAN et al., ayant mis en évidence une taille d'effet  $d=0.47$  d'interventions utilisant les technologies numériques innovantes, y compris la réalité virtuelle, illustrent cette tendance (GRYNSPAN, WEISS, & PERZ-DIAZ, 2014).

Les technologies numériques permettent d'immerger les sujets avec TSA dans un univers cohérent, prévisible, contrôlable, exempt d'interactions sociales, réduisant les distractions liées aux difficultés d'intégration des différents stimuli sensoriels et favorisant la stimulation des sens fonctionnels ou de leurs compétences électives. Ces caractéristiques favorisent l'acquisition et/ou l'amélioration de fonctions cognitives déficitaires et permettent notamment de moduler le comportement des sujets avec TSA, rendant ainsi possible la perspective de l'acquisition d'une autonomie.

Cependant, un faible taux de généralisation des acquis en milieu naturel a été souligné par la majorité des auteurs. Ce constat est probablement lié au manque de cohérence centrale chez les sujets avec TSA et au caractère simplifié, donc réducteur, des environnements technologiques par rapport aux environnements réels. En outre, des biais méthodologiques et



d'orientation épistémologiques des études, d'accessibilité, et de réductionnisme des outils utilisant les technologies numériques, dont la réalité virtuelle, sous-évaluent leur efficacité potentielle.

Les effets secondaires associés à l'utilisation de ces technologies chez les sujets avec TSA sont identiques à ceux observés en population générale. Cependant, TSA et épilepsie sont fréquemment associés, avec une prévalence de l'épilepsie dans les TSA plus importante qu'en population générale (REILLY, ATKINSON, & DAS, 2015). Il faut être attentif au risque d'épilepsie lors de l'utilisation des technologies numériques chez les sujets avec TSA. En outre, les troubles du sommeil associés à l'utilisation de médias par les enfants et adolescents avec TSA semblent proportionnellement plus fréquents qu'en population générale (ENGELHARDT & MAZUREK, 2103). Une utilisation problématique des jeux vidéo, plus fréquente que les adolescents témoins, a été également soulignée (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013).

Les revues de littérature citées sur ce sujet diffèrent par la nomenclature utilisée, ce qui peut biaiser la comparaison des résultats. Cependant, 4 des 8 revues de la littérature dont la méta-analyse de GRYNSZPAN et al. contiennent le mot clef *virtual reality*. En outre, la méta-analyse de GRYNSZPAN et al. a regroupé trop d'outils différents et n'a donc pas permis d'évaluer l'efficacité spécifique de chaque outil. Cependant, la réalisation de ce type de méta-analyse peut être limitée par le faible nombre d'études par outil.

### **III. Etude : risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?**

Comme décrit dans la revue de la littérature, les risques de dépendance et d'aggravation de l'isolement social liés à l'utilisation des outils de réalité virtuelle ont été soulignés chez les sujets avec TSA. Il n'existe, à notre connaissance, que peu d'études dans la littérature étudiant spécifiquement le risque de pratique excessive des jeux-vidéos chez les adolescents avec TSA. Mazurek et al. ont étudié la pratique excessive des jeux-vidéos chez 56 enfants et adolescents avec TSA SDI en la comparant avec celles de 41 enfants et adolescents témoins (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013). D'autres études ont évalué l'utilisation des médias, des écrans ou des supports électroniques dans cette population (MAZUREK & WENSTRUP, 2013 ; MACMULLIN, LUNSKY, & WEISS, 2015). Il n'y a pas à notre connaissance d'essais contrôlés randomisés ou d'études de cohorte prospectives évaluant le risque d'utilisation problématique des jeux-vidéos chez les adolescents avec TSA. En l'absence de financements spécifiques, on peut cependant essayer d'évaluer ce risque à l'aide d'études cas-témoins.

#### **1. Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de cette étude était de comparer la fréquence de la pratique excessive des jeux vidéo entre un groupe de sujets adolescents ayant reçu le diagnostic de TSA et un groupe de sujets adolescents témoins, appariés sur l'âge et le sexe.

Les objectifs secondaires étaient :

- Evaluer l'existence de liens entre pratique excessive des jeux-vidéos et certains symptômes de TSA chez les sujets du groupe TSA
- Evaluer l'existence de types de jeux joués préférentiellement par les sujets du groupe TSA par rapport aux sujets du groupe témoin et inversement
- Identifier un ou plusieurs types de jeux comme facteur(s) de risque(s) de pratique excessive des jeux vidéo chez les sujets du groupe TSA et du groupe témoin

L'hypothèse était de mettre en évidence une plus grande fréquence de pratique excessive des jeux vidéo chez les sujets du groupe TSA par rapport aux sujets du groupe témoin. Le design était comparable à celui de l'étude cas-témoins de MAZUREK et al en 2013, comparant 56 sujets avec TSA et 41 sujets témoins (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013). Cette étude a inclus des parents d'enfants et adolescents de 8 à 18 ans évalués à l'aide de questionnaires

relevant les heures quotidiennes passées sur les jeux vidéo, l'accès aux jeux vidéo dans la chambre, le type de jeux vidéo joué le plus fréquemment, la pratique excessive des jeux vidéo, les symptômes de TSA. Dans l'étude de MAZUREK et al., 2013, les symptômes des TSA étaient évalués à l'aide du *Social communication Questionnaire (SCQ)* évaluant la dimension sociale des symptômes des TSA. L'étude a montré que les sujets avec TSA présentaient plus de pratique excessive des jeux vidéo que les sujets témoins. L'inattention et le type de jeu vidéo « jeu de rôle » étaient des facteurs de risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les sujets avec TSA (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013).

Notre étude avait pour but d'évaluer la dimension sociale mais aussi les dimensions de résistance au changement, de communication, d'imagination, d'attention aux détails et d'empathie des symptômes des TSA dans le cadre de la pratique excessive des jeux vidéo.

## **2. Méthodes**

### **2.1. Design expérimental**

Nous avons mené une étude de type cas-témoin prospective. Un comité d'éthique local a donné son approbation pour l'étude et les parents ont donné leur consentement après avoir lu et signé une notification d'information et de consentement (Annexe 3). Nous avons inclus des adolescents avec TSA de 11 à 18 ans diagnostiqués à l'UNITED ou dans d'autres CRA d'une part, et d'autre part, des adolescents témoins de 11 à 18 ans. Les parents étaient informés de l'étude par téléphone, mail d'information, via des réseaux sociaux et par bouche à oreille, et ont participé sur la base du volontariat. Trois questionnaires, donnés en mains propres, ou adressés par mail en version Word ou pdf et également disponibles en ligne, étaient remplis par chaque parent ayant accepté de participer à l'étude : le questionnaire de pratique excessive des jeux-vidéo de GRIFFITHS (Annexe 4), associé à un item sur le type de jeux vidéo favori de l'adolescent (Annexe 4) ainsi qu'aux questionnaires du Quotient de l'Autisme (AQ) et du Quotient d'Empathie (EQ) (Annexes 5 et 6). Les données des adolescents avec TSA, diagnostiqués à l'UNITED, ont été recueillies dans leurs dossiers médicaux au secrétariat de l'UNITED.

Tous les supports de jeux vidéo ont été inclus : consoles de jeux, ordinateurs, tablettes tactiles, smartphones, jeux d'arcade. Les titres des jeux vidéo favoris ont été regroupés en catégories mutuellement exclusives en fonction du genre d'après le site spécialisé jeuxvideo.com, commercialisée par l'entreprise L'ODYSSEE INTERACTIVE, 2015 et un article de la revue Hermès sur la typologie des jeux vidéo (Hermès, La Revue, 2012). Nous avons intégré les quatre genres de jeux vidéo favoris les plus fréquents et rassemblés les autres genres en une variable « Autre ».

Les différents types de jeux vidéo sont essentiellement définis en fonction de leur gameplay. Le gameplay est un terme angliciste caractérisant des éléments d'une expérience vidéoludique, c'est-à-dire le ressenti du joueur lorsqu'il utilise un jeu vidéo. Etymologiquement, il signifie la manière dont la partie se joue.

Le type de jeux vidéo « action » recouvre une multitude de sous-genres. Le gameplay fait essentiellement appel à l'habileté, la dextérité et la rapidité du joueur. Les jeux d'action se déroulent généralement dans un contexte de temps réel, où le joueur avance au rythme de l'action qui se déroule sous ses yeux (Hermès, La Revue, 2012).

Le jeu de rôle est la transposition numérique du jeu de rôle traditionnel, dit « sur table ». Le joueur incarne un personnage qui évolue dans un environnement spécifique et doit effectuer une quête principale. La caractéristique première du jeu de rôle est de proposer au joueur l'évolution de son personnage au fur et à mesure que l'histoire avance. Ainsi, chaque nouvelle épreuve remportée au cours du jeu permet au personnage d'évoluer grâce à un système de points. Ces évolutions affectent les pouvoirs et facultés du personnage ou son armement (Hermès, La Revue, 2012). Les jeux de sport présentent un gameplay similaire aux jeux d'action mais, de par leur propension à favoriser des parties de jeux multi-joueurs, incarnent une dimension sociale plus importante que les jeux d'action se jouant plus fréquemment à un joueur (Hermès, La Revue, 2012). Les types de jeux « Sandbox » permettent au joueur de créer dynamiquement leur avatar, le monde virtuel dans lequel ce dernier évolue ainsi que ses objectifs. Le concept est que le joueur peut modifier les éléments de ce monde virtuel à volonté.

Le critère d'évaluation principal était un score au questionnaire de GRIFFITHS>4, reflet d'une pratique excessive des jeux-vidéo, transformé en variable qualitative binaire « pratique excessive »=1, « pas de pratique excessive »=0.

Les critères d'évaluation secondaires étaient :

- Le score AQ
- Le score EQ
- Le sous-score Quotient du Spectre de l'Autisme d'habilités sociales (AQSS)
- Le sous-score Quotient du Spectre de l'Autisme d'attention aux détails (AQAD)
- Le sous-score Quotient du Spectre de l'Autisme de résistance au changement (AQAS)
- Le sous-score Quotient du Spectre de l'Autisme de communication (AQC)
- La sous- score d'imagination (AQI) du questionnaire AQ
- Le type de jeux vidéo (action, jeu de rôle, sandbox, sport et autre)
- L'absence de pratique des jeux vidéo

L'ensemble des données ont été recueillies de février à juillet 2015. Ces données comprenant le diagnostic, l'âge, le sexe et les réponses aux questionnaires ont été enregistrées sur un tableau Excel. Lorsqu'il manquait des données sur l'âge, le sexe ou les questionnaires, les parents étaient joints à nouveau par mail ou par téléphone pour les compléter.

## **2.2. Sujets**

Étaient inclus les adolescents de 11 à 18 ans dans le groupe TSA et le groupe témoin. Les parents étaient joints par téléphone par le médecin investigateur ou étaient recrutés par une annonce sur un réseau social ou par bouche à oreille.

Étaient exclus les parents d'adolescents présentant :

- Un retard intellectuel ( $QI < 70$ )
- Un retard de langage
- Un trouble neurologique ou psychiatrique
- La prise d'un traitement psychotrope

### **2.2.1. Sujets du groupe TSA**

Tous les dossiers des adolescents de 11 à 18 ans diagnostiqués TSA d'après les critères du DSM-5 et de la CIM-10 à l'UNITED ont été pré-inclus ( $n=80$ ). La batterie standard de diagnostic comprenait des évaluations réalisées par un médecin associées à au moins une évaluation des professionnels de santé suivants : psychologue, orthophoniste, infirmier(ère) ou psychomotricien(ne). Des outils standardisés ont été utilisés pour le diagnostic de TSA et l'évaluation du QI : l'*Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS)*, l'*Autism Diagnostic Interview-Revised (ADIR)* et le *Wechsler Intelligence Scale for Children*.

Dix couples parentaux ont été perdus de vue. Soixante-dix parents ont été contactés par téléphone. Les parents de 58 adolescents avec TSA ont répondu et 52 ont accepté de participer à l'étude et donné leur adresse mail.

Seize parents n'ont pas répondu après avoir accepté et après relances par mail ; 36 parents ont complété les auto-questionnaires. Après vérification des données, six réponses ont été exclues : quatre en raison d'un QI global  $< 70$  et deux en raison d'un âge inférieur à 11 ans.

Dix parents d'adolescents avec TSA diagnostiqués dans un autre CRA avec les critères du DSM-5 et de la CIM-10 ont été recrutés via un réseau social avec l'aide du Pr. Philip, maître

de conférences en Sciences de l'Education et responsable de formation à l'Institut National Supérieur pour le Handicap et les Enseignements Adaptés (l'INS HEA). Les données du diagnostic de TSA ainsi que l'âge, le sexe et l'absence de critère d'exclusion étaient déclaratifs.

### **2.2.2. Sujets du groupe témoin**

Les adolescents ne présentant pas un TSA et un des critères d'exclusion mentionné ci-dessus pouvaient être inclus dans l'étude. Ils ont été recrutés sur un réseau social, à l'aide du Pr. Philip et par bouche à oreille.

### **2.2.3. Appariement**

Au total, 40 adolescents avec TSA ont été inclus et appariés sur l'âge et le sexe à 40 adolescents témoins. De plus, les paramètres QI global, absence de retard de langage, de troubles neurologique ou psychiatrique ou de prise de psychotrope étaient homogènes dans les deux groupes. Nous n'avons pas intégré le niveau d'étude en raison de l'homogénéité du QI global.

### 3. Instruments

Trois questionnaires à compléter évaluant respectivement les symptômes des TSA et la pratique excessive des jeux vidéo ont été utilisés. Il s'agissait des questionnaires AQ et EQ pour les adolescents de 11 à 18 ans et du questionnaire de pratique excessive des jeux vidéo de GRIFFITHS. Le questionnaire de pratique excessive des jeux vidéo de GRIFFITHS comporte 7 items auxquels les parents répondaient par « oui » ou « non ». Une réponse positive marque un point de pratique excessive des jeux vidéo pour chaque item.

Le questionnaire AQ comporte 50 items, chacun permettant au parent d'indiquer « tout à fait d'accord », « plutôt d'accord », « plutôt pas d'accord » ou « pas du tout d'accord ». Environ la moitié des questions sont formulées de manière à provoquer une réponse « d'accord » des parents d'adolescents témoins, et la moitié à obtenir une réponse « pas d'accord ». Les parents marquaient un point pour chaque question à laquelle ils répondaient en faveur de la symptomatologie autistique soit légèrement ou fortement. Les réponses « tout à fait d'accord » et « plutôt d'accord » valaient 1 point pour les items suivants : 2, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 33, 35, 39, 41, 42, 43, 45 et 46. Les réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord » valaient 1 point pour les items suivants : 1, 3, 8, 10, 11, 14, 15, 17, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 37, 32, 34, 36, 37, 38, 40, 44, 47, 48, 49 et 50. Les 50 items étaient regroupés en un score AQ ainsi que cinq sous-scores : AQSS comportait les items 1, 11, 13, 15, 22, 36, 44, 45, 47 et 48 ; AQAD les items 5, 6, 9, 12, 19, 23, 28, 29, 30 et 49 ; AQAS les items 2, 4, 10, 16, 25, 32, 34, 37, 43 et 46 ; AQC les items 7, 17, 18, 26, 27, 31, 33, 35, 38 et 39 ; et AQI les items 3, 8, 14, 20, 21, 24, 40, 41, 42 et 50.

Le questionnaire EQ comporte 40 items, chacun permettant au parent d'indiquer « tout à fait d'accord », « plutôt d'accord », « plutôt pas d'accord » ou « pas du tout d'accord ». La moitié des questions sont formulées de manière à provoquer une réponse « d'accord » des parents d'adolescents témoins, et la moitié à obtenir une réponse « pas d'accord ». Pour chaque question, les parents marquaient respectivement 1 point quand ils répondaient légèrement en faveur de l'empathie et 2 points lorsqu'ils répondaient fortement en faveur de l'empathie. La réponse « tout à fait d'accord » valait 2 points et la réponse « plutôt d'accord » 1 point pour les items suivants : 1, 3, 11, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 38, 39 et 40. La réponse « plutôt pas d'accord » valait 1 point et la réponse « pas du tout d'accord » 2 points pour les items suivants : 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 31, 32, 33 et 37. L'addition des scores des 40 items aboutissait au score EQ.



### **3.1. Rationnel du choix du terme « pratique excessive des jeux vidéo »**

D'après la revue de littérature de GRIFFITHS et al. sur « la dépendance aux jeux-vidéos sur internet », les termes de recherche suivants (et leurs dérivés) ont été répertoriés par rapport aux jeux vidéo en ligne : jeux « excessif », « problématique », « compulsif » et « dépendant ». Ils ont donc été regroupés en un seul terme : « dépendance aux jeux vidéo sur internet » (KUSS & GRIFFITHS, 2012). Cependant, les auteurs ont souligné que, concernant l'état psychopathologique, il semblait utile de distinguer l'engagement excessif et la toxicomanie. Cette distinction est cohérente avec les catégories d'abus et dépendance à une substance de l'APA dans le DSM-IV (APA, 2003). Selon l'APA, un trouble mental est un « comportement cliniquement significatif ou un syndrome psychologique ou un motif qui se produit chez un individu et qui est associé à une détresse actuelle, un retentissement important, ou à un handicap (exemple : déficience dans un ou plusieurs domaines importants de fonctionnement) (KUSS & GRIFFITHS, 2012). En conséquence, on ne peut parler de dépendance que lorsque le comportement incriminé est vécu comme nocif de manière significative, ce qui n'est manifestement pas le cas pour les joueurs excessifs qui se divertissent tout en jouant et pour qui le jeu n'entraîne pas de conséquences négatives importantes. Dans cette optique, les chercheurs doivent faire preuve d'attention dans l'utilisation de l'étiquette « addiction », car elle ne désigne pas seulement des utilisations extrêmes de substances ou l'engagement dans certains comportements excessifs, mais se définit par l'existence même de conséquences négatives importantes (KUSS & GRIFFITHS, 2012).

En outre, d'après PONTES et al., en étudiant les effets négatifs causés par la pratique des jeux vidéo, les chercheurs ont discuté un large éventail de terminologies pour définir et conceptualiser le phénomène, comprenant « la dépendance aux jeux sur ordinateur », « la dépendance à l'ordinateur », « l'utilisation problématique des jeux vidéo », « l'addiction aux jeux vidéo », « l'addiction aux jeux sur Internet », « l'utilisation pathologique des jeux vidéo », « l'addiction aux jeux », « la dépendance aux jeux en ligne », « l'utilisation problématique des jeux en ligne », « la dépendance aux jeux vidéo » et « le jeu pathologique et la dépendance aux jeux vidéo en ligne » (PONTES & GRIFFITHS, 2014). Toutes ces terminologies différentes, avec des outils d'évaluation non standardisés pour évaluer l'« addiction au jeu » et pouvant être très différents, a favorisé de nombreuses discussions parmi les chercheurs. Certains auteurs ont contesté le fait que ces jeux étaient une entité

clinique unique (LAQUEILLE & DERVAUX, 2009 ; DERVAUX, SEBEYRAN, & LAQUEILLE, 2010).

De même, d'après l'étude pilote d'OBRADOVIC et al. sur les écrans et les jeux vidéo à l'adolescence, de nombreux termes ont été utilisés dans la littérature scientifique pour décrire les usages abusifs des jeux vidéo : « jeu vidéo problématique », « utilisation excessive », « problématique » ou « compulsive » des jeux en ligne, voire « dépendance » ou « addiction » (OBRADOVIC, SPILKA, & PHAN, 2014).

En France, l'académie nationale de médecine a publié un communiqué en 2012, qu'en l'absence de consensus scientifique sur l'existence de réelles addictions aux jeux vidéo et d'études précisant leurs critères, il était préférable d'utiliser le terme de pratique excessive, qu'elle définit comme étant moins stigmatisant pour les enfants et les adolescents. Le terme de pratique excessive faisait intervenir la notion de retentissement durable sur la vie du sujet (Académie nationale de médecine, 2012).

En conclusion, chez l'adolescent, le concept d'addiction aux jeux vidéo ne semble pas robuste et nécessite une poursuite des études pour préciser les critères, notamment des critères d'intensité et de temps et d'inscription dans le champ nosographique psychiatrique. En raison de l'absence de consensus scientifique sur l'utilisation d'un terme en particulier à ce jour, nous avons choisi d'utiliser le terme de pratique excessive des jeux vidéo proposé par l'Académie nationale de médecine.

### **3.2. Questionnaire de pratique excessive des jeux vidéo**

Il n'existe pas, à notre connaissance, de questionnaire de dépistage parental de la pratique excessive des jeux-vidéos chez les adolescents validé en français. D'après la revue de littérature de KING et al., les points forts d'une évaluation comprennent une échelle courte, une notation facile, une validité interne suffisante et contenant des données compatibles avec des normes standardisées pour les populations d'adolescents (KING, HAAGSMA, & DELFABBRO, 2013). GRIFFITHS et al., de l'Université de Nottingham (Royaume-Uni), spécialisés dans l'addiction aux jeux vidéo, ont élaboré, en 1995, un questionnaire de dépistage de l'addiction aux jeux vidéo en adaptant les critères DSM-III-R du jeu pathologique : la préoccupation, la tolérance, l'euphorie, le manque, la poursuite, la rechute et le conflit (ROMO, 2012). Ce questionnaire contient 7 items auxquels les parents répondent

« oui » ou « non » aboutissant à un score total qui permet de reconnaître rapidement si l’(es) enfant(s) ou l’(les) adolescent(s) est (sont) à risque d’avoir une pratique excessive des jeux vidéo (ROMO, 2012). En utilisant cet instrument, ces auteurs ont retrouvé une prévalence de 8% de sujets présentant une addiction aux jeux vidéo chez les adolescents. Ce questionnaire a été diffusé largement et traduit en français par ROMO (2012). Il a l’avantage d’être court, simple de notation et de contenir les trois critères pertinents retenus par KING et al. : l’isolement, la perte de contrôle et le conflit. VAN ROOIJ et al. ont proposé trois critères pertinents : la perte de contrôle, le conflit et la préoccupation. Cependant, leur revue de littérature portait spécifiquement sur l’addiction à Internet (VAN ROOIJ & PRAUSE, 2014).

### **3.3. Questionnaires AQ et EQ**

Le questionnaire AQ est un auto-questionnaire développé par BARON-COHEN et al. en 2001 pour le dépistage du Syndrome d’Asperger et de l’Autisme de Haut niveau chez l’adulte, c’est-à-dire un Trouble Envahissant du Développement Sans Déficience intellectuelle (TED SDI) (BARON-COHEN, WHEELWRIGHT, & SKINNER, 2001). Ce questionnaire a été adapté et validé pour les adolescents (BARON-COHEN, HOEKSTRA, & KNICKMEYER, 2006). La version française de ce questionnaire a été validée dans l’étude de SONIE et al. (SONIE, KASSAI, & PIRAT, 2011). Nous avons choisi d’utiliser ce questionnaire dans la perspective d’évaluer les composantes de la symptomatologie autistique pouvant être influencées par la pratique excessive des jeux vidéo et inversement. D’autres questionnaires de dépistage de l’autisme étaient disponibles mais n’évaluaient pas de manière aussi exhaustive les différentes composantes du fonctionnement autistique et n’étaient pas tous traduits en français.

Le questionnaire EQ, développé par BARON-COHEN et al. en 2004, est également dédié aux adultes suspectés d’un TED SDI (BARON-COHEN & WHEELWRIGHT, 2004). Ce questionnaire a également été adapté et validé en français pour les adolescents (BERTHOZ, WESSA, & KEDIA, 2008). L’utilisation de ce questionnaire avait pour but d’évaluer l’impact de la pratique excessive des jeux vidéo sur les capacités d’empathie déjà altérées dans les TSA. D’autres échelles de l’empathie étaient disponibles. Par exemple, l’IRI est une échelle d’empathie ayant été utilisée depuis 1980 dans plusieurs études et notamment en français (GILET, MELLA, & STUDER, 2013). Mais par souci de cohérence avec les résultats du

questionnaire AQ, nous avons choisi le questionnaire issu des mêmes auteurs : BARON-COHEN et al..

#### **4. Recueil des données**

Après avoir accepté de participer à l'étude, chaque parent pouvait avoir accès aux questionnaires en choisissant l'une des quatre modalités d'accès :

- Questionnaires papiers remis en main propre
- Questionnaires papiers adressés par voie postale avec une enveloppe contenant un timbre calibré à 20g
- Questionnaires informatiques adressés par mail en version Word ou pdf
- Questionnaires informatiques disponibles en ligne

Les parents ayant reçu les questionnaires pouvaient les compléter de manière manuscrite au stylo ou par informatique en complétant le document Word ou les questionnaires disponibles en ligne. Les questionnaires complétés pouvaient être apportés en main propre ou adressés par voie postale au secrétariat de l'UNITED. Ils pouvaient également être adressés par mail à l'adresse suivante [jv.these@gmail.com](mailto:jv.these@gmail.com).

Lorsque les questionnaires étaient incomplets, le médecin investigateur recontactait les parents par téléphone ou par mail. Les données de chaque questionnaire complété reçu par le médecin investigateur ont été recueillies sur une feuille informatisée. Ces données contenaient :

- L'âge
- Le sexe
- L'absence ou la présence d'un TSA
- Les cotations des 7 items du score de pratique excessive des jeux vidéo de GRIFFITHS ainsi que l'échelle de GRIFFITHS
- Le type de jeu vidéo le plus fréquemment joué par chaque adolescent

- Les 50 items du questionnaire AQ, les sous-scores AQSS, AQAD, AQA, AQC et AQI et le score AQ
- Les 40 items du questionnaire EQ et le score EQ

## **5. Analyses statistiques**

Un test de normalité des variables quantitatives a été effectué en utilisant le test de SHAPIRO-WILK. Les variables, « pratique excessive des jeux vidéo », « score AQ », « score EQ », « score GRIFFITHS », « sous-score AQSS », « sous-score AQAS », « sous-score AQAD », « sous-score AQC » et « sous-score AQI » ont été comparées entre les groupes TSA et témoin. L'analyse statistique a été effectuée par Madame BOURDEL, biostatisticienne, à l'aide du logiciel SPSS-18. Les données qualitatives dichotomiques ont été analysées au moyen du test du Chi-deux de PEARSON si  $n \geq 5$  et du test exact de FISCHER si  $n < 5$ . Les données quantitatives discrètes ont été analysées au moyen du test de MANN-WHITNEY avec la prise en compte de la signification exacte bilatérale. Le seuil de significativité  $p$  retenu concernant l'erreur de première espèce  $\alpha$  était de 0,05.

## 6. Résultats

### 6.1. Test de normalité des données

Nous avons utilisé le test de SHAPIRO-WILK afin d'évaluer la normalité de distribution des variables quantitatives. Ce test était significatif pour l'ensemble des variables quantitatives sauf pour la variable « score du questionnaire AQ » (Tableau 2). Les tests statistiques comparant les variables quantitatives ont donc été effectués en condition non paramétrique.

**Tableau 2 : test de normalité des données**

	SHAPIRO-WILK		
	statistique	ddl	signification
Age	0,927	80	<b>0,000</b>
Score GRIFFITHS	0,903	80	<b>0,000</b>
AQSS	0,923	80	<b>0,000</b>
AQAS	0,918	80	<b>0,000</b>
AQAD	0,964	80	<b>0,025</b>
AQC	0,955	80	<b>0,007</b>
AQI	0,941	80	<b>0,001</b>
Score AQ	0,912	80	0,077
Score EQ	0,947	80	<b>0,002</b>

## 6.2. Vérification de la sensibilité et de la spécificité des questionnaires AQ et EQ pour différencier les sujets des groupes TSA et témoin

Le questionnaire EQ était plus sensible que le questionnaire AQ pour différencier les sujets avec TSA et les adolescents témoins. Le questionnaire AQ était plus spécifique que le questionnaire EQ pour différencier les sujets avec TSA et les sujets témoins (Tableaux 4 et 5).

**Tableau 4 : Tableau croisé AQ \* groupe**

			Groupe		Total
			Témoin	TSA	
Score AQ	non<30	n=	39	12	51
		% dans groupe	97,5%	30,0%	63,8%
	oui>=30	n=	1	28	29
		% dans groupe	2,5%	70,0%	36,3%
Total		n=	40	40	80
		% dans groupe	100,0%	100,0%	100,0%

**Tableau 5 : Tableau croisé EQ \* groupe**

			Groupe		Total
			Témoin	TSA	
Score EQ	non>30	n=	31	2	33
		% dans groupe	77,5%	5,0%	41,3%
	oui<=30	n=	9	38	47
		% dans groupe	22,5%	95,0%	58,8%
Total		n=	40	40	80
		% dans groupe	100,0%	100,0%	100,0%

### **6.3. Vérification de la cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS**

Chez les sujets du groupe TSA, à l'exception de l'item 3, l'ensemble des items du questionnaire de GRIFFITHS différenciait significativement les sujets du groupe TSA présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo (Tableau 6).

Chez les sujets du groupe témoin, les items 2, 4, 5, 6 et 7 différenciaient significativement les sujets du groupe témoin présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo. Les résultats des items 1 et 3 n'étaient pas significatifs (Tableau 7).



**Tableau 6 : cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS pour le groupe TSA**

GRIFFITHS	Groupe TSA		
	PEJV+*	PEJV-*	n<5 Test exact de Fisher
	%=(n=)	%=(n=)	
Item 1+	100(16)	50(12)	<b>,001</b>
Item 1-	0(0)	50(12)	
Item 2+	93,8(15)	37,5(9)	<b>,001</b>
Item 2-	6,3(1)	62,5(15)	
Item 3+	50(8)	37,5(9)	,522
Item 3-	50(8)	62,5(15)	
Item 4+	93,8(15)	20,8(5)	<b>,000</b>
Item 4-	6,3(1)	79,2(19)	
Item 5+	62,5(10)	12,5(3)	<b>,002</b>
Item 5-	37,5(6)	87,5(21)	
Item 6+	75(12)	16,7(4)	<b>,000</b>
Item 6-	25(4)	83,3(20)	
Item 7+	62,5(10)	0(0)	<b>,000</b>
Item 7-	37,5(6)	100(24)	

**Légende :** - PEJV+ : pratique excessive des jeux vidéo

- PEJV- : pas de pratique excessive des jeux vidéo

**Tableau 7 : cohérence interne du questionnaire de GRIFFITHS pour le groupe témoin**

GRIFFITHS	Groupe Témoin		
	PEJV+*	PEJV-*	n< 5 Test exact de Fisher
	%=(n=)	%=(n=)	
Item 1+	100(5)	48,6(17)	0,053
Item 1-	0(0)	51,4(18)	
Item 2+	100(5)	14,3(5)	<b>0,000</b>
Item 2-	0(0)	87,5(30)	
Item 3+	60(3)	17,1(6)	0,065
Item 3-	40(2)	82,9(29)	
Item 4+	80(4)	8,6(3)	<b>0,002</b>
Item 4-	20(1)	91,4(32)	
Item 5+	60(3)	11,4(4)	<b>0,030</b>
Item 5-	40(2)	88,6(31)	
Item 6+	100(5)	28,6(10)	<b>0,005</b>
Item 6-	0(0)	71,4(25)	
Item 7+	100(5)	8,6(3)	<b>0,000</b>
Item 7-	0(0)	91,4(32)	

**Légende :** - PEJV+ : pratique excessive des jeux vidéo

- PEJV- : pas de pratique excessive des jeux vidéo

#### **6.4. Caractéristiques générales de l'échantillon**

Quatre-vingt parents d'adolescents de 11 à 18 ans ont accepté de participer à l'étude et complété les questionnaires, dont 40 parents d'adolescents avec TSA selon les critères diagnostiques du DSM-5 et 40 parents d'adolescents témoins. Parmi le groupe de sujets diagnostiqués TSA, 42,5% présentaient un trouble autistique (n=17), 35% un syndrome d'Asperger (n=14) et 22,5% un TED non spécifié (n=9). Chaque groupe était composé de 15% de sujets de sexe féminin (n=6) et 85% de sujets de sexe masculin (n=34). L'âge moyen des adolescents des groupes témoin et TSA étaient respectivement de 14,7 et 14 ans. D'après les tableaux 9 et 10, il n'y avait donc pas de différence de répartition concernant le sexe et l'âge entre le groupe d'adolescents avec TSA et le groupe d'adolescents témoins.

L'ensemble des scores moyens du questionnaire et des sous-échelles de l'AQ des sujets du groupe TSA étaient supérieurs à ceux du groupe témoin. Le score moyen du questionnaire EQ du groupe TSA était inférieur à celui du groupe témoin (Tableau 8).

#### **6.5. Comparaison de la fréquence de la pratique excessive des jeux vidéo et des rangs moyens des scores de GRIFFITHS entre les sujets du groupe TSA et les sujets du groupe témoin**

Le score moyen de GRIFFITHS était supérieur chez les sujets du groupe TSA par rapport aux sujets du groupe témoin (Tableau 8). 40 % des adolescents du groupe TSA (n=16) et 12,5% des adolescents du groupe témoin (n=5) présentaient une pratique excessive des jeux vidéo. Les sujets du groupe TSA présentaient une pratique excessive des jeux vidéo significativement plus fréquente (Khi-deux = 7,813, ddl = 1, p = 0,005) et un score de total de GRIFFITHS significativement plus élevé que les sujets du groupe témoin (Tableau 9).

#### **6.6. Description de la répartition des types de jeux favoris dans chaque groupe**

95% des adolescents (n=38) jouaient aux jeux vidéo dans chaque groupe. Les types de jeu favori « sandbox » (n=13) et « action » (n=13) étaient les plus fréquents dans le groupe TSA : 65% des sujets y jouaient préférentiellement. Le type de jeu favori « sport » était le plus fréquent dans le groupe témoin : 35% des sujets (n=14) y jouaient préférentiellement. Les différences de répartition spécifiques des types de jeu vidéo favori sport et « sandbox » étaient significatives entre les deux groupes (Tableau 10).

### 6.7. Description des différents types de jeux selon la pratique excessive des jeux vidéo ou non dans chaque groupe

22,5% des sujets du groupe TSA (n=9) et 2,5% des sujets du groupe témoin (n=1) présentaient une pratique excessive des jeux vidéo en jouant préférentiellement au type de jeu vidéo « action ». Il y avait donc une différence significative de pratique excessive des jeux vidéo en fonction du type de jeu vidéo favori « action » entre les deux groupes (Tableau 10).

**Tableau 8 : Description des populations par les scores moyens aux scores de GRIFFITHS, AQ et EQ et aux sous-scores AQ dans les groupes TSA et témoin (variables quantitatives)**

	Moyennes							
	Sous-score AQSS	Sous-score AQAS	Sous-score AQAD	Sous-score AQC	Sous-score AQI	Score AQ	Score EQ	Score GRIFFITHS
Groupe témoin	2,10	3,35	3,93	2,28	2,68	14,33	37,88	1,95
Groupe TSA	6,75	7,88	5,55	6,43	5,88	32,48	15,60	3,23

**Tableau 9 : Description des populations par les rangs moyens (variables quantitatives)**

Groupes			Différences entre les groupes		
	TSA	Témoin			
	Rang moyen= (n=)	Rang moyen= (n=)	MANN-WHITNEY	Z=	P=
Age	36,98(40)	44,03(40)	659,000	-1,369	0,171
GRIFFITHS	47,31(40)	33,69(40)	527,000	-2,659	<b>0,008</b>

**Tableau 10 : Description des populations (variables qualitatives)**

Groupes				Différences entre les groupes		
		TSA	témoins			
		Fréquence %=(n=)	Fréquence %=(n=)	n> ou = à 5 Khi-deux de Pearson	ddl	p
Sexe masculin		85(34)	85(34)	,000	1	1,000
Type favori	Action	30(13)	17,5(8)	1,614	1	0,204
	Autre	15(6)	30(12)	2,581	1	0,108
				n<5 Test exact de Fisher		
	Sandbox	32,5(13)	5(2)	<b>0,003</b>		
	Sport	5(2)	35(14)	<b>0,001</b>		
	JDR*	10(4)	5(2)	0,675		
	Ne joue pas	5(2)	5(2)	1,000		
	Total	100(40)	100(40)			
Type favori + PEJV+	Action	22,5(9)	2,5(1)	<b>0,014</b>		
	Sandbox	7,5(3)	0(0)	0,077		
	Sport	0(0)	7,5(3)	0,241		
	JDR*	7,5(3)	2,5(1)	0,615		
	Autre*	2,5(1)	0(0)	1,000		

**Légende :** - PEJV+= pratique excessive des jeux vidéo,

- JDR= Jeu de rôle

- « Autre » regroupe les types «simulation», « stratégie », « jeux éducatif », « gestion » et « réflexion »

### 6.8. Comparaisons des scores AQ et EQ et des sous-scores de AQ entre les sujets présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo dans le groupe TSA

Les sous-scores AQSS et AQAD et le score AQ étaient significativement plus élevés dans le groupe TSA avec une pratique excessive des jeux vidéo que chez les sujets avec TSA sans pratique excessive des jeux vidéo. Il n'y avait pas de différence significative du score EQ entre les sujets du groupe TSA présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo (Tableau 11).

Les adolescents du groupe TSA ayant une pratique excessive des jeux vidéo présentaient donc une symptomatologie autistique plus sévère, avec notamment des scores d'habilités sociales plus faibles et une plus grande résistance au changement par rapport aux adolescents avec TSA ne présentant pas de pratique excessive des jeux vidéo. Leur capacité d'empathie n'était cependant pas plus altérée par la pratique excessive des jeux vidéo.

**Tableau 11 : Différences des sous-scores de AQ et des scores AQ et EQ entre les adolescents présentant et ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo dans le groupe TSA**

Groupe TSA	PEJV+	PEJV-	Différences entre les groupes		
	Rang moyen= (n=)	Rang moyen= (n=)	MANN-WHITNEY	z=	p=
Sous-score AQSS	25,88(16)	16,92(24)	106	-2,402	<b>0,015</b>
Sous-score AQAS	22,75(16)	19(24)	156	-1,019	0,314
Sous-score AQAD	25,66(16)	17,06(24)	109,5	-2,312	<b>0,020</b>
Sous-score AQC	22,19(16)	19,38(24)	165	-,757	0,457
Sous-score AQI	23,59(16)	18,44(24)	142,5	-1,379	0,172
Score AQ	26,31(16)	16,63(24)	99	-2,571	<b>0,009</b>
Score EQ	20,03(16)	20,79(24)	185	-,194	0,854

## **7. Discussion**

### **7.1. Résultats principaux**

La fréquence de pratique excessive des jeux vidéo (scores supérieurs à 4 au questionnaire de GRIFFITHS) était plus élevée (40%) dans le groupe de sujets diagnostiqués TSA que dans le groupe de sujets témoins (12,5%). Les scores moyens au questionnaire de PEJV de GRIFFITHS étaient plus élevés dans le groupe de sujets avec TSA que dans le groupe de sujets témoins ( $p=0,008$ ). Le sous-groupe de sujets avec une pratique excessive des jeux vidéo du groupe TSA présentait des scores moyens plus élevés au questionnaire AQ de symptomatologie autistique, au sous-score AQSS et au sous-score AQAD par rapport au sous-groupe de sujets sans pratique excessive des jeux vidéo du groupe TSA. Leur capacité d'empathie n'était cependant pas plus altérée par la pratique excessive des jeux vidéo. Les adolescents du groupe TSA jouaient plus fréquemment au type de jeu vidéo « sandbox » que les adolescents témoins et présentaient une pratique excessive des jeux vidéo plus importante en fonction du type de jeu favori « action ». Les adolescents du groupe témoin jouaient plus fréquemment au type de jeux vidéo « sport » que les adolescents du groupe TSA mais ne présentaient pas de pratique excessive plus importante en fonction d'un type de jeu vidéo (Tableau 10).

### **7.2. Forces de l'étude**

Il s'agit d'une étude cas-témoin prospective portant sur l'évaluation de la pratique excessive des jeux vidéo chez des adolescents avec TSA et témoins. A notre connaissance, il n'existe pas d'étude comparant les capacités d'empathie avec le score EQ entre des adolescents avec TSA avec et sans pratique excessive des jeux vidéo. En outre, à notre connaissance, il n'existe pas d'autres études que celle de MAZUREK et al. ayant évalué l'association entre type de jeu vidéo et pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA.

Aucune étude n'a, à notre connaissance, évalué les sous-scores de AQ afin d'évaluer les domaines du fonctionnement autistique pouvant être impactés par la pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA. Notre étude suggère que les adolescents avec TSA ayant une pratique excessive des jeux vidéo présentent une attention aux détails plus intense et des habilités sociales plus altérées que les adolescents avec TSA ne présentant pas de pratique excessive des jeux vidéo.

### **7.3. Limites de l'étude**

Les résultats de l'étude sont à relativiser en raison de la petite taille de notre échantillon de sujets, limitant la puissance statistique. La puissance statistique était notamment trop faible pour comparer les scores des questionnaires EQ et AQ et les sous-scores de l'AQ entre les adolescents témoins présentant (n=5) et ne présentant pas (n=35) de pratique excessive des jeux vidéo. Les résultats non significatifs pour le test de cohérence interne des items 1 et 3 du questionnaire de GRIFFITHS dans le groupe témoin sont probablement liés au petit échantillon de sujets témoins avec une pratique excessive des jeux vidéo (n=5). En outre, le design de l'étude, de type cas-témoin, est de grade C dans la littérature scientifique.

Les données des diagnostics de TSA et de l'absence de retards intellectuel et de langage associés étaient déclaratives pour 10 adolescents avec TSA : 3 filles et 7 garçons. La validité des questionnaires AQ et EQ étant limitée à la population d'adolescents avec TSA de 11 à 18 ans, notre population n'est peut-être pas représentative de tous les patients avec TSA. Le design de notre étude n'a pas spécifiquement évalué l'impact du contrôle parental sur la pratique excessive des jeux vidéo.

Douze sujets avec TSA présentaient un score AQ inférieur à 30. Parmi ces sujets, deux présentaient une pratique excessive des jeux vidéo et dix ne présentaient pas de pratique excessive des jeux vidéo. Cette hétérogénéité de répartition des sujets avec TSA faux négatifs entre le groupe PEJV+ et PEJV- pourrait surévaluer la significativité statistique de la différence des scores AQ et EQ et sous-scores de l'AQ entre ces deux groupes.

L'item 5 du questionnaire de GRIFFITHS évoque le retrait relationnel qui est intrinsèquement lié à la clinique des TSA. En outre, l'item 3 évoque les manifestations émotionnelles comportementales des joueurs de jeux vidéo via leurs expressions faciales, vocalisations ou autres manifestations corporelles. Or, le vecteur de ces émotions est dysfonctionnel chez les personnes avec TSA, rendant l'interprétation parentale de l'item 3 discutable. Il est possible de ce fait que notre étude surévalue ou sous-évalue la pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA.

La préoccupation est un des critères diagnostiques de l'addiction aux substances du DSM-5. Il s'agit également d'un des critères diagnostiques proposés pour l'addiction à Internet dans le DSM-5 (APA, 2013). Les comportements restreints représentent un des critères diagnostiques des TSA selon le DSM-5 (APA, 2013). Des liens existent peut-être entre la préoccupation de la clinique de la pratique excessive des jeux vidéo et plus globalement de l'addiction et les



intérêts restreints de la clinique des TSA. Des spéculations sur le lien entre TSA et addiction, liées à des similitudes cliniques entre ces deux champs psychopathologiques, ont été rapportées par certains auteurs (KALAT, 1978 ; LHEUREUX-DAVIDSE, 2005). Le design de notre étude ne nous a pas permis de différencier ces deux figures cliniques chez les sujets avec TSA présentant une pratique excessive des jeux vidéo. Cette confusion sur l'indépendance de ces deux entités cliniques pourrait être un biais d'interprétation.

La validité externe des résultats de l'étude est limitée du fait du peu d'utilisation, dans la littérature scientifique, de ce questionnaire de pratique excessive des jeux vidéo de GRIFFITHS, aussi bien chez les adolescents témoins que chez les adolescents TSA. Néanmoins, il n'existe pas, à notre connaissance, d'outil spécialisé de l'évaluation de la pratique excessive des jeux vidéo et plus globalement du phénomène addictif chez les personnes avec TSA. La question de l'évaluation de la pratique excessive des jeux vidéo et plus globalement de l'addiction chez les personnes avec TSA est donc posée.

#### **7.4. Mise en perspective avec les données de la littérature**

L'étude cas-témoins de MAZUREK et al. en 2013 sur 56 adolescents avec TSA et adolescents 41 témoins aux USA était notre étude de référence. Les sujets avec TSA avaient été recrutés par un centre médical universitaire spécialisé dans le diagnostic et le traitement des TSA et avaient déjà été diagnostiqués TSA, dont 46,4% de troubles autistiques, 25% de syndrome d'Asperger et 28,6% de TED non spécifié. La batterie standard de diagnostic comprenait des évaluations par un médecin et/ou un psychologue et l'utilisation d'outils standardisés, notamment l'*ADOS* et /ou l'*ADIR* (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013).

Quatre des participants avaient un  $QI < 70$  et deux avaient été signalés comme n'ayant pas de langage parlé par leurs parents. Les participants du groupe témoin avaient été recrutés par la communauté avec l'utilisation de flyers et par le bouche à oreille et n'avaient aucun diagnostic antérieur de TSA ou autre trouble du développement. Les participants du groupe témoin étaient en dessous des seuils de dépistage diagnostique psychiatrique et ne prenaient pas de psychotropes pour des troubles du comportement ou du développement (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013).

Cette étude incluait donc des parents d'enfants et adolescents de 8 à 18 ans, les ayant évalués par des questionnaires relevant les heures quotidiennes d'utilisation du jeu vidéo, l'accès aux jeux vidéo dans la chambre, le type de jeu vidéo joué le plus fréquemment, l'utilisation problématique des jeux vidéo par le *Problem Video Game Playing Test* et les symptômes des TSA. Les résultats montraient que les enfants et adolescents avec TSA présentaient plus d'utilisation problématique des jeux vidéo que les enfants et adolescents témoins ( $p=,001$ ). L'inattention ( $p=,01$ ) et les horaires quotidiens ( $p=,01$ ) étaient associés à une utilisation problématique des jeux vidéo chez les enfants et adolescents avec TSA (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013).

Le design de notre étude ne nous a pas permis d'étudier spécifiquement l'impact des variables « accès dans la chambre » et « inattention ». Les symptômes des TSA étaient évalués à l'aide du questionnaire *SCQ* évaluant la dimension sociale des symptômes des TSA. Notre étude, à l'aide des questionnaires *AQ* et *EQ*, a évalué la dimension sociale mais aussi les dimensions de résistance au changement, de communication, d'imagination, d'attention aux détails et d'empathie, des symptômes des TSA qui n'avaient pas été évalués dans l'étude de MAZUREK et al.

Dans notre étude, 40% des sujets du groupe TSA présentaient une pratique excessive des jeux vidéo, soit deux adolescents sur cinq. Nous n'avons pas trouvé d'enquête de prévalence de la pratique excessive des jeux vidéo dans la littérature, la plupart des échantillons d'enfants et adolescents avec TSA étant certainement trop petit pour ce type d'étude. Un adolescent témoin sur huit dans notre étude présentait une pratique excessive des jeux vidéo, ce résultat étant cohérent avec celui du programme d'étude sur les liens et l'impact des écrans sur l'adolescent scolarisé mené par l'Observatoire Français Des Toxicomanies en 2014 (OBRADOVIC, SPILKA, & PHAN, 2014).

Le type de jeu vidéo « jeu de rôle » était associé à une utilisation problématique des jeux vidéo dans l'étude cas-témoins de MAZUREK et al. ( $p=.03$ ) (MAZUREK & ENGELHARDT, 2013). Notre étude a quant à elle montré que les adolescents du groupe TSA jouaient plus fréquemment au type de jeu « Sandbox » que les adolescents témoins. Ceci est cohérent avec le fonctionnement autistique, les jeux de type « Sandbox » représentant des environnements virtuels dont l'ensemble des paramètres peuvent être contrôlés et redéfinis à volonté par le joueur, ne leur imposant ainsi qu'un minimum de contraintes.

En outre, notre étude a montré que les adolescents du groupe TSA présentaient une pratique excessive des jeux vidéo plus fréquente que les adolescents témoins pour le type de jeu « action ». Il se pourrait que le côté répétitif de ce type de jeu, où l'avatar du joueur évolue dans un environnement virtuel aux séquences d'actions répétitives, et n'impliquant pas une forme d'interaction sociale avec des personnages virtuels, offre un cadre confortable pour les sujets avec TSA, favorisant alors une pratique excessive de ce type de jeu.

D'autres études ont évalué la pratique des outils numériques, mais pas spécifiquement celle des jeux vidéo, comme dans notre étude. Ces études vont aussi dans le sens d'une pratique excessive de ces outils :

- MACMULLIN et al. ont étudié les profils et l'impact de l'utilisation d'outils électroniques chez les enfants et adolescents avec TSA par rapport aux sujets témoins. Les participants étaient les parents de 172 sujets témoins et 139 enfants et adolescents avec TSA, tous âgés de 6 à 21 ans. Le QI n'entrait pas en compte dans les critères de recrutement. Les parents ont complété un sondage épidémiologique en ligne portant sur la fréquence, la durée et les types de problématiques rencontrés chez leurs enfants et jeunes adultes. Ils ont également complété le questionnaire SCQ. Les enfants et

adolescents avec TSA présentait une utilisation de certains outils électroniques plus fréquente lors du dernier mois et quotidiennement, et présentait plus d'utilisation compulsive des jeux-vidéos que les sujets témoins. Dans les deux échantillons, les garçons utilisaient les jeux vidéo plus souvent que les filles. Par rapport aux parents du groupe témoin, ceux du groupe TSA étaient significativement plus susceptibles de déclarer que l'utilisation d'outils électroniques avait un impact négatif (MACMULLIN, LUNSKY, & WEISS, 2015). Le design de notre étude ainsi que l'effectif insuffisant de sujets de sexe féminin (n=6) ne nous a pas permis de comparer la pratique des jeux vidéo en fonction du genre.

- D'après une étude cas-témoin de MAZUREK et al., les enfants avec TSA passaient environ 62 % de temps supplémentaire à regarder la télévision et à jouer aux jeux vidéo qu'aux autres activités hors écran. Par rapport aux enfants témoins, les enfants autistes passaient plus d'heures par jour à jouer aux jeux vidéo (pour les garçons : 2,4h contre 1,6h et pour les filles : 1,8 contre 0,8) et avaient des niveaux plus élevés d'usage problématique des jeux vidéo. En revanche, les enfants avec TSA passaient peu de temps à utiliser socialement les réseaux sociaux ou les jeux vidéo interactifs (MAZUREK & WENSTRUP, 2013).

Notre étude n'a pas retrouvé d'altération des capacités d'empathie chez les adolescents avec TSA présentant une pratique excessive des jeux vidéo par rapport aux adolescents avec TSA sans pratique excessive des jeux vidéo. Ces résultats vont dans le sens de l'étude d'ENGELHARDT et al. qui ont retrouvé que la pratique de jeux vidéo violents n'avait pas d'impact sur les comportements, pensées et affects agressifs chez les adultes avec TSA (ENGELHARDT, MAZUREK, & HILGARD, 2015). Il serait intéressant d'explorer les liens entre empathie, agressivité et jeux vidéo dans des études spécifiques.

Au seuil de positivité choisi dans l'étude (Score AQ $\geq$ 30), les scores observés de sensibilité de l'AQ (70%) sont inférieurs à ceux observés dans les études de validité de ce test par BARON-COHEN et al. (BARON-COHEN, HOEKSTRA, & KNICKMEYER, 2006). BARON-COHEN et al. ont retrouvé une sensibilité de 90%. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité des types et des durées des prises en charge des adolescents avec TSA recrutés dans l'étude.

La comparaison des scores des sous-échelles de l'AQ a mis en évidence une attention aux détails plus intense chez les sujets avec TSA présentant une pratique excessive des jeux vidéo que les sujets TSA ne présentant pas une pratique excessive des jeux vidéo. L'attention aux détails fait référence au manque de cohérence centrale mais également aux particularités sensorielles visuelles des personnes avec TSA. Plusieurs questionnaires évaluant les particularités sensorielles des personnes avec TSA ont été validés (IAROCCHI & MCDONALD, 2006). TAVASSOLI et al., en collaboration avec BARON-COHEN, ont également élaboré un questionnaire discriminant les adultes avec TSA de la population générale en fonction de leurs particularités sensorielles (TAVASSOLI, HOEKSTRA, & BARON-COHEN, 2014). Il n'existe pas encore de version de ce questionnaire pour les adolescents mais il serait intéressant de reproduire ce type d'étude avec le questionnaire SCQ pour évaluer l'existence, entre les individus avec TSA présentant et ne présentant pas de pratique excessive des jeux vidéos, de différences d'intensité entre certaines composantes du profil sensoriel.

## **Conclusions**

Notre étude suggère que les adolescents avec TSA présentent une pratique excessive des jeux vidéo plus fréquente que les adolescents témoins. En outre, les adolescents avec TSA ayant une pratique excessive des jeux vidéo pourraient présenter une symptomatologie autistique plus intense, notamment plus de déficit sur les habilités sociales au sous-score AQSS et une attention aux détails plus marquée au sous-score AQAD, par rapport aux adolescents avec TSA n'ayant pas de pratique excessive des jeux vidéo.

Cette étude est limitée par la petite taille de l'échantillon et le design de type cas-témoins. D'autres études devront être menées, sur de plus grands échantillons et/ou avec un suivi longitudinal des patients pour confirmer ces résultats.

## Bibliographie

- Académie nationale de médecine. (2012, janvier). De la pratique excessive des jeux sur écrans aux addictions. *Bull. Acad. Natle Méd.*, 739-741. Récupéré sur Académie Nationale de Médecine: <http://www.academie-medecine.fr/publication100036478/>
- AJZEN , I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *ORGANIZATIONAL BEHAVIOR AND HUMAN DECISION PROCESSES*, 179-211.
- ANDERSON-HENLEY, C., TURECK, K., & SCHNEIDERMAN, R. L. (2011). Autism and exergaming: effects on repetitive behaviors and cognition. *Psychology Research and Behavior Management*, 129-137.
- APA. (2003). *DSM-IV-TR Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux : Texte révisé*. Paris: Editions Masson.
- ARESTI-BARTOLONE, N., & GARCIA-ZAPIRAIN, B. (2014). Technologies as Support Tools for Persons with Autistic Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7767-7802.
- BARON-COHEN, S. (1987). Autism and symbolic play. *British journal of developmental psychology*, 139-148.
- BARON-COHEN, S. (1988). Social and pragmatic deficits in autism: Cognitive or affective? *Journal of autism and developmental disorders*, 379-402.
- BARON-COHEN, S. (1989). The autistic child's theory of mind: A case of specific developmental delay. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 285-298.
- BARON-COHEN, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 248-254.
- BARON-COHEN, S., & WHEELWRIGHT, S. (2004). The Empathy Quotient: An Investigation of Adults with Asperger Syndrome or High Functioning Autism, and Normal Sex Differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 163-175.
- BARON-COHEN, S., HOEKSTRA, R. A., & KNICKMEYER, R. (2006). The Autism-Spectrum Quotient (AQ)—Adolescent Version. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 343-350.
- BARON-COHEN, S., RING, S., & MORIARTY, J. (1994). Recognition of mental state terms. Clinical findings in children with autism and a functional neuroimaging study of normal adults. *The British Journal of Psychiatry*, 640-649.
- BARON-COHEN, S., WHEELWRIGHT, S., & HILL, J. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” test revised version: A study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high - functioning autism. *J Child Psychol Psychiatry*, 241-251.
- BARON-COHEN, S., WHEELWRIGHT, S., & SKINNER, R. (2001). The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 5-17.

- BELLANI, M., FORNASARI, L., & CHITTARO, L. (2011). Virtual reality in autism: state of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 235-238.
- BERTHOZ, S., WESSA, M., & KEDIA, G. (2008). Cross-Cultural Validation of the Empathy Quotient in a French-Speaking Sample. *Can J Psychiatry*, 469-477.
- BODDAERT, N., & ZILBOVICIUS, M. (2002). Functional neuroimaging and childhood autism. *Pediatr Radiol*, 1-7.
- BRIEBER, S., NEUFANG, S., & BRUNING, N. (2007). Structural brain abnormalities in adolescents with autism spectrum disorder and patients with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 1251-1258.
- CHAMAK, B., & COHEN, D. (2007). TRANSFORMATIONS DES REPRÉSENTATIONS DE L'AUTISME ET DE SA PRISE EN CHARGE. *Perspectives Psy*, 218-227.
- CONTI, E., CALDERONI, S., & MARCHI, V. (2015). The first 1000 days of the autistic brain: a systematic review of diffusion imaging studies. *Frontiers in Human neuroscience*, 1-8.
- DERVAUX, A., & LAQUEILLE, X. (2009). Internet: passion ou addiction. *Le courrier des addictions*, 21-22.
- DERVAUX, A., SEBEYRAN, A., & LAQUEILLE, X. (2010). L'addiction à internet dans la littérature internationale. *Psychiatrie Française*, 79-91.
- DURKIN, D. (2010). Videogames and Young People With Developmental Disorders. *Review of General Psychology*, 122-140.
- DZIUK, M., & LARSON, G. J. (2007). Dyspraxia in autism: association with motor, social, and communicative deficits. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 734-739.
- ECKER, C., BOOKHEIMER, S. Y., & MURPHY, D. G. (2015). Neuroimaging in autism spectrum disorder: brain structure and function across the lifespan. *Lancet Neurol*, 1-14.
- ENGELHARDT, C. R., & MAZUREK, C. O. (2013). Video game access, parental rules, and problem behavior: A study of boys with autism spectrum disorder. *Autism*. doi:1362361313482053
- ENGELHARDT, C. R., & MAZUREK, M. O. (2103). Media Use and Sleep Among Boys With Autism. *Pediatrics*, 1081-1089.
- ENGELHARDT, C. R., MAZUREK, M. O., & HILGARD, J. (2015). Effects of Violent-Video-Game Exposure on Aggressive Behavior, Aggressive Thought Accessibility, and Aggressive Affect Among Adults With and Without Autism Spectrum Disorder. *Psychological Science*. doi:10.1177/0956797615583038
- European Union's Seventh Framework Programme. (2012). *MICHELANGELO New technology to help children with Autism*. Récupéré sur MICHELANGELO project: <http://www.michelangelo-project.eu/fr/acceuil>



- FINKE, E. H., HICKERSON, B., & MCLAUGHLIN, E. (2015). Parental Intention to Support Video Game Play by Children With Autism Spectrum Disorder: An Application of the Theory of Planned Behavior. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 154–165.
- FLETCHER-WATSON, S. (2014). A Targeted Review of Computer-Assisted Learning for People with Autism Spectrum Disorder: Towards a Consistent Methodology. *Rev J Autism Dev Disord*, 87-100.
- FREEMAN, D. (2008). Studying and Treating Schizophrenia Using Virtual Reality: A New Paradigm. *Schizophrenia Bulletin*, 605-610.
- FRITH, U. (2001). Mind Blindness and the Brain in Autism: Review. *Neuron*, 969–979.
- GEAGHAN, M., & CAIMS, M. J. (2014). Micro RNA and Posttranscriptional Dysregulation in Psychiatry. *Biological Psychiatry*, 1-9.
- GEORGESCU, A. L., KUZMANOVIC, B., & ROTH, D. (2014). The use of virtual characters to assess and train non-verbal communication in high-functioning autism. *frontiers in HUMAN NEUROSCIENCE*. doi:10.3389/fnhum.2014.00807
- GILET, A.-L., MELLA, N., & STUDER, J. (2013). Assessing Dispositional Empathy in Adults: A French Validation of the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Canadian Journal of Behavioural Science*, 42-48.
- GOLAN, O., & BARON-COHEN, S. (2006). Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. *Development and Psychopathology*, 591–617.
- GOMOT, M., GIARD, M. H., & ADRIEN, J. L. (2002). Hypersensitivity to acoustic change in children with autism: electrophysiological evidence of left frontal cortex dysfunctioning. *Psychophysiology*, 577-584.
- GREFFOU, S., BERTONE, A., & HALER, E.-M. (2012). Postural Hypo-Reactivity in Autism is Contingent on Development and Visual Environment: A Fully Immersive Virtual Reality Study. *J Autism Dev Disord*, 961-970.
- GREGG, L., & TARRIER, N. (2007). Virtual reality in mental health. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 343–354.
- GRYNSZPAN, O., WEISS, P. L., & PERZ-DIAZ, F. (2014). Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Autism*. doi:10.1177/1362361313476767
- HAPPE, F. G. (1996). Studying Weak Central Coherence at Low Levels: Children with Autism do. *J. Child Psychol. Psychiat.*, 873-877.
- HAPPE, F. G. (1997). Central coherence and theory of mind in. *British Journal of Developmental Psychology*, 1-12.
- HAPPE, F., & FRITH, U. (2006). The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 5-25.

- HAPPE, F., BOOTH, R., & CHARLTON, R. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 25-39.
- HAS. (2012). Autisme et autres troubles envahissants du développement : interventions éducatives et thérapeutiques coordonnées chez l'enfant et l'adolescent. *RECOMMANDATION DE BONNE PRATIQUE*, 1-60.
- Hermès, La Revue. (2012). TYPOLOGIE DES JEUX VIDÉO. *Hermès, La Revue*, 15-16.
- HERRERA, G., ALCANTUD, F., & JORDAN, R. (2008). Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders. *autism*, 143–157.
- HILL, E. L., & FRITH, U. (2003). Understanding autism: insights from mind and brain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 281–289.
- IAROCCHI, G., & MCDONALD, J. (2006). Sensory Integration and the Perceptual Experience of Persons with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 77-90.
- JALINK, M. B., GORIS, J., & HEINEMAN, E. (2014). The effect of video games on laparoscopic simulator skills. *The American Journal of Surgery*, 151-156.
- KALAT, J. W. (1978). Speculations on Similarities Between Autism and Opiate Addiction. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 477-479.
- KANDALAFT, M. R., DIDEHBANI, N., & KRAWCZYK, D. C. (2013). Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34-44.
- KEEFE, F. J., HULING, D. A., & COGGINS, M. J. (2012). Virtual Reality for Persistent Pain: A New Direction for Behavioral Pain Management. *Pain*, 2163–2166.
- KING, D. L., HAAGSMA, M. C., & DELFABBRO, P. H. (2013). Toward a consensus definition of pathological video-gaming: A systematic review of psychometric assessment tools. *Clinical Psychology Review*, 331-342.
- KUSS, D. J., & GRIFFITHS, M. D. (2012). LA DÉPENDANCE AUX JEUX VIDÉO SUR INTERNET : UNE REVUE SYSTÉMATIQUE DES RECHERCHES EMPIRIQUES DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE. *Adolescence*, 17-49.
- LAHIRI, U., BEKELELE, E., & DOHRMANN, E. (2014). A Physiologically Informed Virtual Reality Based Social Communication System for Individuals with Autism. *J Autism Dev Disord*. doi:10.1007/s10803-014-2240-5
- LAQUEILLE, X., & DERVAUX, A. (2009). Internet: passion ou addiction? *Le courrier des Addictions*, 21-22.
- LearnEnjoy. (2014). *LearnEnjoy*. Récupéré sur LearnEnoy: <http://www.learnenjoy-apps.com/fr/about>
- LEEKAM, S. R., NIETO, C., & LIBBY, S. J. (2007). Describing the Sensory Abnormalities of Children and Adults. *J Autism Dev Disord*, 894–910.

- LHEUREUX-DAVIDSE, C. (2005). Autisme et addictions. *Recherches en psychanalyse*, 31 - 42.
- L'ODYSSÉE INTERACTIVE. (2015). *JEUXVIDEO.COM*. Récupéré sur JEUXVIDEO.COM: <http://www.jeuxvideo.com/>
- LOKE, Y. J., HANNAN, A. J., & CRAIG, J. M. (2015). The role of epigenetic change in autism spectrum disorders. *Frontiers in Neurology*. doi:doi: 10.3389/fneur.2015.00107
- MACMULLIN, J. A., LUNSKY, Y., & WEISS, J. A. (2015). Plugged in: Electronics use in youth and young adults with autism spectrum disorder. *Autism*. doi:10.1177/1362361314566047
- MASKEY, M., LOWRY, J., & RODGERS, J. (2014). Reducing Specific Phobia/Fear in Young People with Autism Spectrum Disorders (ASDs) through a Virtual Reality Environment Intervention. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0100374
- MAYER, E. A., KNIGHT, R., & MAZMANIAN, S. K. (2014). Gut Microbes and the Brain: Paradigm Shift in Neuroscience. *The Journal of Neuroscience*, 15490–15496.
- MAZUREK, M. O., & ENGELHARDT, C. R. (2013). Video Game Use in Boys With Autism Spectrum Disorder, ADHD, or Typical Development. *Pediatrics*, 260-266.
- MAZUREK, M. O., & WENSTRUP, C. (2013). Television, Video Game and Social Media Use Among Children with ASD and Typically Developing Siblings. *J Autism Dev Disord*, 1258–1271.
- MILLER, J. S., BILDER, D., & FARLEY, M. (2013). Autism Spectrum Disorder Reclassified: A Second Look at the 1980s Utah/UCLA Autism Epidemiologic Study. *J Autism Dev Disord*, 200-210.
- Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2008). *Enseigner avec le numérique*. Récupéré sur éduscol: <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/jeuxseries/notion>
- Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2012). *Enseigner avec le numérique*. Récupéré sur éduscol: <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/jeuxseries/innovations-technologiques/handicapes/autisme>
- MISES, R. (2012). *Classification française des troubles mentaux de l'enfant et de l'adolescent R.2012*. Rennes: Ecole des Hautes Études en Santé Publique.
- MOTRAGHI, T. E., SEIM, R. W., & MEYER, E. C. (2014). Virtual Reality Exposure Therapy for the Treatment of Posttraumatic. *JOURNAL OF CLINICAL PSYCHOLOGY*, 197-208.
- NELSON, K. B., GREYER, J. K., & CROEN, L. A. (2001). Neuropeptides and Neurotrophins in Neonatal Blood of Children with Autism or Mental Retardation. *Ann Neurol*, 597-606.

- OBRADOVIC, I., SPILKA, S., & PHAN, O. (2014). Écrans et jeux vidéo à l'adolescence. *OFDT*, 1-6.
- OMS. (1992). *CIM-10*. Editions Masson.
- ORNITZ, E. M. (1970). Vestibular dysfunction in schizophrenia and childhood autism. *Comprehensive Psychiatry*, 159-173.
- PARSONS, S., & COBB, S. (2011). State-of-the-art of Virtual Reality technologies for children on the autism spectrum. *European Journal of Special needs Education*, 355-366.
- PARSONS, S., & MITCHELL, P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *J Intellect Disabil R*, 430-443.
- PLOOG, B. O., SCHARF, A., & NELSON, D. (2013). Use of Computer-Assisted Technologies (CAT) to Enhance Social, Communicative, and Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. *J Autism Dev Disord*, 301-322.
- PONTES, H. M., & GRIFFITHS, M. D. (2014). Assessment of internet gaming disorder in clinical research: Past and present perspectives. *Clin Res Regul Aff*. doi: 10.3109/10601333.2014.962748
- REILLY, C., ATKINSON, P., & DAS, K. B. (2015). Features of autism spectrum disorder (ASD) in childhood epilepsy: A. *Epilepsy & Behavior*, 86-92.
- ROMO, L. (2012). *La dépendance aux jeux vidéo et à l'Internet*. Paris: DUNOD.
- SEBASTIAN, C. L., & BLAKEMORE, S.-J. (2011). Understanding the neural response to social rejection in adolescents with autism spectrum disorder: A commentary off Masten et al., Mc Partland et al., and Bolling et al. *Developmental Cognitive Neuroscience* 1, 256-259.
- SEGURA, J. (2012, Octobre 31). *Un historique de la réalité virtuelle par Jean Segura*. Récupéré sur AFRV: [http://www.jeansegura.fr/imag/img/Segura-7e-J-AFRV-31-10-2012g\\_.pdf](http://www.jeansegura.fr/imag/img/Segura-7e-J-AFRV-31-10-2012g_.pdf)
- SHIN KIM, Y., FOMBONNE, E., & KOH, Y.-J. (2014). A Comparison of DSM-IV PDD and DSM-5 ASD Prevalence in an Epidemiologic Sample. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. doi:10.1016/j.jaac.2013.12.021
- SMITH, M. J., FLEMING, M. F., & WRIGHT, M. A. (2015). Brief Report: Vocational Outcomes for Young Adults with Autism Spectrum Disorders at Six Months After Virtual Reality Job Interview Training. *J Autism Dev Disord*. doi: 10.1007/s10803-015-2470-1
- SMITH, M. J., GINGER, E. J., & WRIGHT, K. (2014). Virtual Reality Job Interview Training in Adults with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*. doi: 10.1007/s10803-014-2113-y
- SONIE, S., KASSAI, B., & PIRAT, E. (2011). Version française des questionnaires de dépistage de l'autisme de haut niveau ou du syndrome d'Asperger chez l'adolescent :

- Quotient du spectre de l'autisme, Quotient d'empathie, et Quotient de systématisation. Protocole et traduction des questionnaires. *La Presse Médicale*, e538-e539.
- SPREIJ, L. A., VISSER-MEILY, J. M., & VAN HEUGTEN, C. M. (2014). Novel insights into the rehabilitation of memory post acquired brain injury: a systematic review. *frontiers in HUMAN NEUROSCIENCE*. doi:10.3389/fnhum.2014.00993
- STANKOVIC, M., LAKIC, A., & ILIC, C. (2012). Autism and autistic spectrum disorders in the context of new DSM-V classification, and clinical and epidemiological data. *Srpski archiv za celokupno lekarstvo*, 236-243.
- TAVASSOLI, T., HOEKSTRA, R. A., & BARON-COHEN, S. (2014). The Sensory Perception Quotient (SPQ) :development and validation of a new sensory questionnaire for adults with and without autism. *Molecular Autism*, 5:29.
- VAN ROOIJ, A. J., & PRAUSE, N. (2014). A critical review of “Internet addiction” criteria with suggestions for the future. *Journal of Behavioral Addictions*, 203–213.
- WANG, M., & REID, D. (2013). Using the Virtual Reality-Cognitive Rehabilitation Approach to Improve Contextual Processing in Children with Autism. *TheScientificWorldJournal*. doi:10.1155/2013/716890
- WASS, S. V., & PORAYSKA-POMSTA, K. (2014). The uses of cognitive training technologies in the treatment of autism spectrum disorders. *Autism*. doi:10.1177/1362361313499827
- WEBB, J., VILLANUEVA, M., & PEREZ, N. (2013). THE ROLE OF AVATARS IN INFLUENCING ANXIETY AMONGST ADOLESCENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS. *TCNJ JOURNAL OF STUDENT SCHOLARSHIP*, 1-19.
- WILLAERT, W. I., AGGARWAL, R., & VAN HERZEELE, I. V. (2012). Recent Advancements in Medical Simulation: Patient-Specific Virtual Reality Simulation. *World J Surg*, 1703–1712.
- YOUNG, L. J., & BARRET, C. E. (2015). Can oxytocin treat autism? *Science*, 825-826.
- YVON, D. (2014). *A la découverte de l'autisme. Des neurosciences à la vie en société*. Paris: DUNOD.

## **Annexe 1 : critères diagnostiques de l'Autisme par la CIM 10**

A. Présence, avant l'âge de 3 ans, d'anomalies ou d'altérations du développement, dans au moins un des domaines suivants :

- (1) Langage (type réceptif ou expressif) utilisé dans la communication sociale
- (2) Développement des attachements sociaux sélectifs ou des interactions sociales réciproques
- (3) Jeu fonctionnel ou symbolique

B. Présence d'au moins six des symptômes décrits en (1), (2), et (3), avec au moins deux symptômes du critère (1) et au moins un symptôme de chacun des critères (2) et (3) :

(1) Altérations qualitatives des interactions sociales réciproques, manifestes dans au moins deux des domaines suivants :

- (a) Absence d'utilisation adéquate des interactions du contact oculaire, de l'expression faciale, de l'attitude corporelle et de la gestualité pour réguler les interactions sociales
- (b) Incapacité à développer (de manière correspondante à l'âge mental et bien qu'existent de nombreuses occasions) des relations avec des pairs, impliquant un partage mutuel d'intérêts, d'activités et d'émotions
- (c) Manque de réciprocité socio émotionnelle se traduisant par une réponse altérée ou déviante aux émotions d'autrui ; ou manque de modulation du comportement selon le contexte social ou faible intégration des comportements sociaux, émotionnels, et communicatifs
- (d) Ne cherche pas spontanément à partager son plaisir, ses intérêts, ou ses succès avec d'autres personnes (par exemple ne cherche pas à montrer, à apporter ou à pointer à autrui des objets qui l'intéressent)

(2) Altérations qualitatives de la communication, manifestes dans au moins un des domaines suivants :

- (a) Retard ou absence totale de développement du langage oral (souvent précédé par une absence de babillage communicatif), sans tentative de communiquer par le geste ou la mimique
- (b) Incapacité relative à engager ou à maintenir une conversation comportant un échange réciproque avec d'autres personnes (quel que soit le niveau de langage atteint)
- (c) Usage stéréotypé et répétitif du langage ou utilisation idiosyncrasique de mots ou de phrases
- (d) Absence de jeu de « faire semblant », varié et spontané, ou (dans le jeune âge) absence de jeu d'imitation sociale

(3) Caractère restreint, répétitif et stéréotypé des comportements, des intérêts et des activités manifeste dans au moins un des domaines suivants :

- (a) Préoccupation marquée pour un ou plusieurs centres d'intérêt stéréotypés et restreints, anormaux par leur contenu ou leur focalisation ; ou présence d'un ou de plusieurs intérêts qui sont anormaux par leur intensité ou leur caractère limité, mais non par leur contenu ou leur focalisation
- (b) Adhésion apparemment compulsive à des habitudes ou à des rituels spécifiques, non fonctionnels
- (c) Maniérismes moteurs stéréotypés et répétitifs, par exemple battements ou torsions des mains ou des doigts, ou mouvements complexes de tout le corps
- (d) Préoccupation par certaines parties d'un objet ou par des éléments non fonctionnels de matériels de jeux (par exemple leur odeur, la sensation de leur surface, le bruit ou les vibrations qu'ils produisent)

L'autisme infantile est côté F 84.0 dans la CIM 10

## **Annexe 2 : critères diagnostiques des TSA par le DSM 5**

A) Les déficits sociaux des TSA se manifestent :

- Dans la réciprocité socio-émotionnelle (ouvertures sociales et conversations réduites, partage réduit des intérêts, émotions et affects, jusqu'à un manque total d'initiative dans l'interaction sociale)
- Dans la communication non verbale (communications verbale et non verbale faiblement intégrées, anomalies du contact visuel, de la production et de la compréhension du langage corporel : gestuelle, expressions faciales) ;
- Dans le développement et le maintien des relations (depuis la difficulté à s'ajuster à différents contextes, jusqu'à des difficultés à partager un jeu d'imagination et à se faire des amis, jusqu'à l'absence d'intérêts pour les gens)

B) Les comportements restreints se manifestent par au moins deux de ces critères :

- Un langage, des mouvements ou une utilisation d'objets, répétitifs ou stéréotypés. Ce sont par exemple des stéréotypies motrices, l'écholalie, l'utilisation répétitive d'objets ou de formes idiosyncrasiques
- Un attachement excessif à des routines, des comportements ritualisés ou une résistance excessive au changement
- Des intérêts restreints, fixés, anormaux par leur intensité ou leur objet

C) Une hypo- ou hyper réactivité sensorielle ou un intérêt inhabituel pour les aspects sensoriels de l'environnement. Les symptômes doivent être présents dans la période de développement précoce (mais peuvent ne devenir pleinement manifestes qu'après que les exigences sociales dépassent les capacités limitées, ou peuvent être masqués par des stratégies apprises plus tard dans la vie).



- D) Les symptômes causent une altération significative du fonctionnement actuel dans les domaines sociaux, scolaires ou professionnels, ou d'autres domaines importants.
- E) Ces perturbations ne sont pas mieux expliquées par la déficience intellectuelle (trouble de développement intellectuel) ou un retard global de développement. La déficience intellectuelle et le TSA surviennent fréquemment ensemble ; pour poser les deux diagnostics de TSA et de déficience intellectuelle, la communication sociale devrait être inférieure à celle prévue pour le niveau de développement général.

### Annexe 3 : note d'information et de consentement aux parents

#### *Note d'information et de consentement.*

M. Pottelette, interne en psychiatrie et médecin investigateur, me propose par la présente de participer à une recherche dans le cadre de sa thèse d'exercice de médecine intitulée «Autisme et réalité virtuelle».

*Afin d'éclairer ma décision, j'ai reçu et bien compris les informations suivantes:*

- Le but de cette étude est de **comparer l'utilisation des jeux-vidéos entre une population d'adolescents avec un Trouble du Spectre Autistique et une population témoin.**
- Sont sollicités pour participer à l'étude les parents ou les représentants de l'autorité parentale d'adolescents âgés de 11 à 18 ans qui souffrent de Trouble du Spectre Autistique diagnostiqué dans un Centre Ressources Autisme et les parents ou les représentants de l'autorité parentale d'adolescents d'enfants ne souffrant pas de Trouble du Spectre Autistique. Les enfants présentant un retard intellectuel, souffrant de troubles neurologiques ou ayant une pathologie nécessitant un traitement psychotrope ne sont pas inclus dans l'étude.
- Trois questionnaires à compléter évaluent respectivement les symptômes des Troubles du Spectre Autistique et les conduites addictives aux jeux-vidéos: le test EQ, le test AQ et le test modifié d'addiction aux jeux-vidéos du Dr. Griffiths.
- Les questionnaires me seront adressés en **format WORD** par le médecin investigateur en adressant une demande à l'adresse mail suivante : [jy.these@gmail.com](mailto:jy.these@gmail.com). Pour chaque question, le clic gauche de la souris permettra de sélectionner la case correspondant à la réponse qui me semble la plus appropriée en y inscrivant un X majuscule. Les questionnaires complétés ainsi que la note d'information et de consentement datée et signée puis numérisée seront ensuite retournés l'adresse mail ci-dessus. Je peux également, adresser la note d'information et de consentement ainsi que les questionnaires par courrier à l'adresse du médecin investigateur : **Pottelette Julien, 5 rue Mousset Robert, 75012 Paris.**

- Aucun risque lié à la participation à cette étude n'est prévisible ni pour mon enfant, ni pour ma personne.
- Mon temps de participation à l'étude prendra fin après avoir complété et renvoyé les questionnaires ainsi que la note d'information et de consentement.

Les données recueillies demeureront **strictement confidentielles et seront rendues anonymes**. Elles ne pourront être consultées que par l'équipe médicale, les personnes dûment mandatées par le promoteur de la recherche (Dr LACOSTE, médecin responsable de l'unité fonctionnelle UNITED de l'hôpital de Jossigny) et éventuellement par des représentants des autorités administratives.

J'accepte librement et volontairement de participer à la recherche décrite ci-dessus. Je suis parfaitement conscient(e) que je peux retirer à tout moment mon consentement à ma participation à cette recherche et cela quelles que soient mes raisons et sans supporter aucune conséquence. Le fait de ne plus participer à cette recherche ne portera pas atteinte à mes relations avec le médecin investigateur. Mon consentement ne décharge en rien l'investigateur et le promoteur de l'ensemble de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi. Je peux à tout moment demander toute information complémentaire à l'adresse mail suivante : [jv.these@gmail.com](mailto:jv.these@gmail.com).

**NB : indiquez l'âge et le sexe de votre enfant dans votre mail.**

Fait à....., le

Nom, prénom et signature de l'investigateur :

Nom, prénom et signature de la personne donnant le consentement :

## Annexe 4 : questionnaire de GRIFFITHS.

*Le D<sup>r</sup> Mark Griffiths de l'Université de Nottingham Trent est spécialisé dans l'addiction aux jeux vidéo. Voici une version modifiée de son test pour les besoins de l'étude permettant de reconnaître rapidement si un enfant a une conduite addictive aux jeux vidéo.*

**Donner la réponse caractérisant le mieux votre enfant pour chaque question.**

		oui	non
1°)	Joue-t-il presque tous les jours ?		
2°)	Joue-t-il souvent pendant de longues périodes : 3-4 heures ?		
3°)	Joue-t-il pour l'excitation qu'il en retire ?		
4°)	Est-il de mauvaise humeur quand il ne peut pas jouer ?		
5°)	A -t-il délaissé les activités sociales et sportives ?		
6°)	Joue-t-il au lieu de faire ses devoirs ?		
7°)	Les tentatives de diminuer son temps de jeu sont-elles des échecs ?		
	Citez le nom du jeu vidéo auquel votre enfant joue le plus souvent :  .....		

## Annexe 5 : questionnaire du Quotient de l'Autisme

### QUESTIONNAIRE - AQ

(= quotient du spectre de l'autisme, version française)

		Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
1.	Mon enfant préfère faire des choses avec d'autres que tout seul.				
2.	Mon enfant préfère faire les choses toujours de la même façon, encore et encore				
3.	Si mon enfant essaie d'imaginer quelque chose, il/elle trouve très facile de s'en faire une image dans sa tête				
4.	Mon enfant est souvent tellement absorbé dans une chose qu'il /elle perd de vue les autres choses.				
5.	Mon enfant remarque souvent de petits bruits que les autres ne remarquent pas.				
6.	Mon enfant remarque habituellement les plaques minéralogiques des voitures ou d'autres informations du même genre.				
7.	On lui dit souvent à mon enfant que ce qu'il/elle a dit n'est pas poli, même quand il/elle pense que c'était poli.				
8.	Quand mon enfant lit une histoire, il/elle peut imaginer facilement à quoi pourraient ressembler les personnages.				
9.	Mon enfant est fasciné/e par les dates.				
10.	Dans un groupe de gens, mon enfant peut facilement suivre les conversations de plusieurs personnes.				
11.	Mon enfant est à l'aise dans les situations				

	sociales.				
12.	Mon enfant a tendance à remarquer des détails que les autres ne remarquent pas.				
13.	Mon enfant irait plus volontiers dans une bibliothèque que dans une fête.				
14.	Mon enfant trouve facile d'inventer des histoires.				
15.	Mon enfant est plus fortement attiré par les personnes que par les choses.				
16.	Mon enfant a tendance à avoir des centres d'intérêt très marqués et il/elle devient très nerveux s'il /si elle ne peut pas s'y consacrer.				
17.	Mon enfant aime papoter.				
18.	Quand mon enfant parle, il n'est pas toujours facile pour les autres de placer un mot.				
19.	Mon enfant est fasciné/e par les nombres.				
20.	Quand mon enfant lit une histoire, il/elle a du mal à deviner les intentions des personnages.				
21.	Mon enfant n'aime pas spécialement lire de la fiction (romans, BD....).				
22.	Mon enfant trouve difficile de se faire de nouveaux amis.				
23.	Mon enfant remarque tout le temps des régularités dans les choses (motifs répétés, séquences régulières..).				
24.	Mon enfant irait plus volontiers au théâtre que dans un musée.				
25.	Mon enfant n'est pas contrarié(e) si ses habitudes quotidiennes sont bousculées.				
26.	Souvent mon enfant trouve qu'il/elle ne sait pas comment entretenir une conversation.				
27.	Mon enfant trouve facile de "lire entre les				

	lignes" quand quelqu'un lui parle.				
28.	Habituellement, mon enfant se concentre plus sur l'ensemble que sur les petits détails.				
29.	Mon enfant n'est pas très fort(e) pour se rappeler des numéros de téléphone.				
30.	En général, mon enfant ne remarque pas les petits changements dans une situation ou dans l'apparence d'une personne.				
31.	Mon enfant est capable de se rendre compte si quelqu'un qui l'écoute commence à s'ennuyer.				
32.	Mon enfant trouve facile de faire plus d'une chose à la fois.				
33.	Quand mon enfant parle au téléphone, il/elle a du mal à savoir quand c'est à lui de parler.				
34.	Mon enfant aime faire les choses spontanément (sans les planifier).				
35.	Mon enfant est souvent le dernier à comprendre une blague.				
36.	Mon enfant trouve facile de saisir les pensées ou les sentiments de quelqu'un juste en regardant son visage.				
37.	S'il y a une interruption, mon enfant peut se remettre très rapidement à ce qu'il/elle faisait avant.				
38.	Mon enfant est doué pour papoter.				
39.	On dit souvent à mon enfant qu'il/elle ressasse encore et encore les mêmes choses.				
40.	Quand mon enfant était petit, il/elle aimait jouer avec d'autres enfants à des jeux où l'on fait semblant				
41.	Mon enfant aime rassembler des informations sur des catégories de choses (par exemple des types de voitures, d'oiseaux, de trains, de				

	plantes, etc.).				
42.	Mon enfant trouve difficile d'imaginer comment ce serait d'être quelqu'un d'autre.				
43.	Mon enfant aime planifier soigneusement toutes ses activités.				
44.	Mon enfant aime les événements sociaux (anniversaire, mariage, etc.).				
45.	Mon enfant trouve difficile de saisir les intentions des gens.				
46.	Les situations nouvelles le/la rendent anxieux/se.				
47.	Mon enfant aime rencontrer de nouvelles personnes.				
48.	Mon enfant est bon/ne diplomate.				
49.	Mon enfant n'est pas très doué/e pour se rappeler les dates de naissance des autres.				
50.	Mon enfant trouve facile de jouer avec des enfants à des jeux où l'on fait semblant.				



## Annexe 6 : questionnaire du Quotient d'Empathie

### QUESTIONNAIRE - EQ

(quotient d'empathie, version française)

		Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
1.	Mon enfant peut facilement comprendre si quelqu'un souhaite participer à une conversation.				
2.	Mon enfant a du mal à expliquer des choses qu'il/elle a comprises facilement à d'autres personnes qui ne les ont pas comprises du premier coup.				
3.	Mon enfant aime beaucoup prendre soin des autres.				
4.	Mon enfant a du mal à savoir quoi faire dans un contexte social (en présence d'autres personnes).				
5.	Mon enfant va souvent trop loin pour faire valoir son point de vue dans une conversation.				
6.	Cela ne dérange pas tellement mon enfant d'être en retard à un rendez-vous avec un ami.				
7.	Les amitiés et les relations sont trop difficiles, alors mon enfant ne s'en préoccupe pas.				
8.	Mon enfant a souvent du mal à évaluer si quelque chose est poli ou malpoli.				
9.	Dans une conversation, mon enfant a tendance à se focaliser sur ses propres pensées plutôt que sur ce que son interlocuteur pourrait penser.				
10.	Quand il/elle était petit/e, mon enfant aimait couper les vers de terre en morceaux pour voir ce qui se passerait.				
11.	Mon enfant peut vite comprendre si quelqu'un dit quelque chose, mais en fait veut dire autre chose.				
12.	Il est difficile pour mon enfant de comprendre pourquoi				

	certaines choses contrarient tant les gens.				
13.	Mon enfant arrive facilement à se mettre à la place de quelqu'un d'autre.				
14.	Mon enfant est plutôt doué pour prédire comment quelqu'un va se sentir.				
15.	Mon enfant repère rapidement quand quelqu'un se sent mal à l'aise dans un groupe.				
16.	Si mon enfant dit quelque chose et que quelqu'un s'en trouve offensé, il/elle pense que c'est le problème de l'autre, pas le sien.				
17.	Si quelqu'un demandait à mon enfant "est-ce que tu aimes ma coupe de cheveux?", il/elle répondrait sincèrement, même s'il/elle ne l'aimait pas				
18.	Mon enfant ne peut pas toujours voir pourquoi quelqu'un aurait dû se sentir offensé par une remarque.				
19.	Mon enfant n'est pas particulièrement troublé quand il voit des gens pleurer.				
20.	Mon enfant est très direct, ce que certains prennent pour de la grossièreté, alors que ce n'est pas intentionnel.				
21.	Mon enfant ne trouve pas les situations sociales difficiles à comprendre.				
22.	Mon enfant est plutôt doué pour comprendre ce que ressentent les autres et ce qu'ils pensent.				
23.	Quand mon enfant parle avec d'autres gens, il/elle a tendance à parler des expériences des autres plutôt que des siennes.				
24.	Mon enfant est troublé lorsqu'il voit un animal souffrir.				
25.	Mon enfant est capable de prendre des décisions sans être influencé par les sentiments des gens.				
26.	Mon enfant peut facilement dire si quelqu'un d'autre est intéressé ou ennuyé par ce qu'il/elle dit.				
27.	Mon enfant est facilement troublé s'il/si elle voit des				

	gens souffrir au journal télévisé.				
28.	Les amis de mon enfant lui parlent de leurs problèmes car ils disent qu'il est très compréhensif.				
29.	Mon enfant peut sentir qu'il dérange ou "s'incruste" même si l'on ne le lui dit pas.				
30.	Mon enfant va parfois trop loin lorsqu'il/elle taquine les autres.				
31.	Mon enfant manque souvent de tact, même s'il/elle ne voit pas toujours pourquoi.				
32.	Si mon enfant voyait un inconnu dans un groupe, il/elle se dirait que c'est à lui de faire des efforts pour s'intégrer.				
33.	En général, mon enfant reste distant (du point de vue émotionnel) lorsqu'il regarde un film.				
34.	Mon enfant peut s'ajuster rapidement et intuitivement à l'état émotionnel d'une autre personne.				
35.	Mon enfant peut facilement se faire une idée de ce dont une autre personne pourrait vouloir parler.				
36.	Mon enfant peut dire si quelqu'un dissimule ses véritables émotions.				
37.	Mon enfant ne décrypte pas de façon explicite les règles de la vie en société.				
38.	Mon enfant est plutôt doué pour prédire ce que quelqu'un va faire.				
39.	Mon enfant a tendance à s'impliquer émotionnellement dans les problèmes de ses amis.				
40.	En général, mon enfant est capable de tenir compte du point de vue des autres même s'il n'est pas d'accord.				

Titre : Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle. Risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?

Résumé :

OBJECTIFS: comparer la pratique excessive des jeux vidéo (PEJV) entre un groupe d'adolescents présentant des Troubles du Spectre Autistique (TSA) et un groupe d'adolescents témoins.

MÉTHODES: 40 sujets âgés de 11 à 18 ans, diagnostiqués TSA (critères DSM-5 et de la CIM-10) et 40 sujets témoins appariés sur l'âge et le sexe ont été inclus. Les sujets ont été évalués à l'aide du Quotient du Spectre de l'Autisme (AQ) qui évalue la sévérité des TSA, du Quotient d'Empathie (EQ) qui évalue la capacité d'empathie et du questionnaire de PEJV de GRIFFITHS. Les questionnaires ont été remplis par les parents d'adolescents avec TSA et des témoins.

RÉSULTATS: la fréquence des PEJV (scores supérieurs à 4 au questionnaire de GRIFFITHS) était plus élevée (40%, n=16) dans le groupe de sujets diagnostiqués TSA que dans le groupe de sujets témoins (12,5%, n=5, p=0,005), notamment pour le type de jeu vidéo action (p=0,014). Les scores moyens au questionnaire de PEJV de GRIFFITHS étaient plus élevés dans le groupe de sujets avec TSA que dans le groupe de sujets témoins (p=0,008). Le sous-groupe de sujets avec PEJV du groupe TSA présentaient des scores moyens plus élevés au questionnaire AQ de symptomatologie autistique (p=0,009), au sous-score AQ d'altérations des habilités sociales (p=0,02) et au sous-score AQ d'attention aux détails (p=0,02) par rapport au sous-groupe de sujets sans PEJV du groupe TSA.

CONCLUSIONS: Les PEJV sont plus fréquents chez les adolescents avec TSA que chez les adolescents témoins. Les adolescents avec TSA et PEJV associée présentent des habilités sociales moindres et une plus grande attention aux détails que les sujets avec TSA sans PEJV.

Mots clés : Troubles du spectre autistique, réalité virtuelle, pratique excessive des jeux vidéo

Title: Autistic spectrum disorder and virtual reality. Risk of excessive video gaming in adolescent with ASD?

Abstract :

OBJECTIVES: To compare excessive video gaming (EVG) between a group of adolescents with Autistic Spectrum Disorders (ASD) and an adolescents control group.

METHODS : 40 subjects aged 11-18 years, diagnosed with ASD (DSM-5 and ICD-10 criteria) and 40 control subjects matched for age and sex were included. The subjects were evaluated using the Quotient of Autism (AQ) that assesses the severity of ASD, the Empathy Quotient (EQ), which evaluates the capacity for empathy and GRIFFITHS EVG questionnaire. The questionnaires were completed by parents of adolescents with ASD and controls.

RESULTS : the frequency of EVG (scores greater than 4 in the GRIFFITHS questionnaire) was higher (40 %, n=16) in the ASD group subjects than in the control group subjects (12.5 %, n=5, p=0.005), in particular for the video game "action" type (p=0.014). The average scores of the EVG GRIFFITHS questionnaire were higher in the ASD group subjects than in the control group subjects (p=0.008). The ASD subgroup subjects with EVG had higher average scores in AQ questionnaire autistic symptomatology (p=0.009), higher alterations in social skills AQ sub-score (p=0.02) and higher attention to detail AQ sub-score (p=0.02) compared to the ASD subgroup subjects without EVG.

CONCLUSIONS: The PEJV are more frequent in adolescents with ASD than control adolescents. Adolescents with ASD and associated EVG have lower social skills and greater attention to detail than subjects with ASD without EVG.

Keywords: Autistic spectrum disorder, virtual reality, excessive video gaming

Université Paris Descartes

Faculté de Médecine Paris Descartes

15, rue de l'Ecole de Médecine

75270 Paris cedex 06